

Diplomová práce

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra mechanické technologie**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2010**

**Bc. Jaroslav Sikora**

Diplomová práce

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

Studium vlivu solických prostředků na korozní odolnost povlaků.  
Study of Influence Salting Resources on Corrosive Immunity of  
Coatings

Student:

Bc. Sikora Jaroslav

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání diplomové práce

Student:

**Bc. Jaroslav Sikora**

Studijní program:

N2301 Strojní inženýrství

Studijní obor:

2303T002 Strojírenská technologie

Téma:

Studium vlivu solících prostředků na korozní odolnost povlaků

Study of Influence Salting Resources on Corrosive Immunity of Coatings

Zásady pro vypracování:

1. Prostudujte vlastnosti ochranných povlaků vhodných do náročného korozního prostředí.
2. Prostudujte současný stav používání solících prostředků v dopravě.
3. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
4. Proveďte experimentální zkoušky a jejich vyhodnocení.
5. Zpracujte technickou zprávu v rozsahu 30 - 35 stran.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

ČSN EN ISO 12 944. *Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy*. Český normalizační institut, 1998, 1999, 2008.

BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.

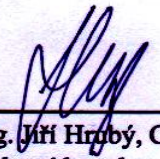
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

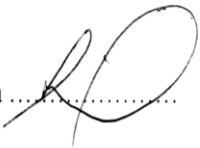
  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

# Diplomová práce

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 21. 5. 2010 .....

Podpis studenta .....  .....

# Diplomová práce

## Diplomová práce

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě... 21.5.2010

podpis studenta .....

Jméno a příjmení autora práce:

Sikora Jaroslav

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Řeka 30

739 55 SMILOVICE

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

SIKORA, J. Studium vlivu solících prostředků na korozní odolnost povlaků.

Ostrava: katedra mechanické technologie, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010, 111 s. Diplomová práce, vedoucí: Podjuklová, J.

Diplomová práce se zabývá vlivem solících prostředků, které se používají v dopravě na korozní odolnost nátěrových hmot s jednou povrchovou předpravou. Byly použity dva nátěrové systémy, které byly vystaveny v laboratorních podmínkách koroznímu prostředí – solná lázeň a následně provedeny zkoušky. Výsledky jsou podrobně vyhodnoceny.

## **ANNOTATION OF THESIS**

SIKORA, J. Study of Influence Salting Resources on Corrosive Immunity of Coatings.

Ostrava: Mechanical Technology Department, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2010, 111 p. Thesis, head: Podjuklová, J.

Graduation theses deals with the influence of social resources, which are used in transport to the corrosion resistance of surface pretreatment with a single coronary.

Two coating systems were used, which have been subjected in laboratory conditions to corrosive environment of salt-bath and subsequently tests were performed.

Experiment results ara evaluated in detail.

## **Obsah**

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Požadavky na konstrukční nátěry ocelových konstrukcí .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Koroze.....</b>	<b>14</b>
3.1	<i>Korozní prostředí .....</i>	<i>14</i>
3.1.1	Mechanismy koroze.....	15
3.1.2	Ochrana materiálu proti korozi.....	16
3.2	<i>Vliv solických prostředků na korozi.....</i>	<i>17</i>
3.2.1	Vysoká koncentrace chloridů .....	17
3.2.2	Posypové soli.....	17
<b>4</b>	<b>Příprava ocelového povrchu pro ochranné povlaky .....</b>	<b>17</b>
4.1	<i>Chemická předúpravy povrchu .....</i>	<i>18</i>
4.1.1	Chemické odrezování .....	19
4.1.2	Odmašťování.....	20
4.1.3	Moření.....	22
4.2	<i>Mechanické čištění povrchu.....</i>	<i>23</i>
4.2.1	Otryskávání .....	24
4.2.2	Broušení a leštění.....	25
4.2.3	Kartáčování .....	28
4.2.4	Omílání .....	29
4.2.5	Odstraňování ostatních nečistot.....	30
4.2.6	Mechanická příprava povrchu starých konstrukcí.....	30
4.2.7	Otryskávání povrchu starých konstrukcí .....	30
<b>5</b>	<b>Nátěrové hmoty .....</b>	<b>31</b>
5.1	<i>Skladba nátěrových hmot.....</i>	<i>32</i>
5.1.1	Pigmenty .....	32
5.1.2	Pojidla .....	32
5.1.3	Sušidla.....	32

5.1.4	Tužidla .....	32
5.1.5	Katalyzátory .....	33
5.1.6	Urychlovače .....	33
5.1.7	Zvláčňovadla .....	33
5.1.8	Ředidla .....	33
5.2	Ředění .....	33
5.3	Názvosloví oboru nátěrových hmot .....	34
<b>6</b>	<b>Technika nanášení NH a zhotovení nátěrů .....</b>	<b>34</b>
6.1	Obecně .....	35
6.2	Podmínky pro aplikaci .....	36
6.3	Způsoby nanášení .....	37
6.3.1	Stříkání .....	37
6.3.2	Natírání štětcem .....	37
6.3.3	Nanášení válečkem .....	37
6.3.4	Ostatní způsoby nanášení .....	38
6.3.5	Navalováním .....	38
6.3.6	Namáčením .....	38
<b>7</b>	<b>VOC (Volume Organic Components) – obsah těkavých látek. ....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Metodika experimentální práce .....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>Popis a vyhodnocení experimentálních prací .....</b>	<b>41</b>
9.1	Použité podkladové ocelové materiály .....	41
9.1.1	Podkladové materiály typu Atmofix .....	42
9.1.2	Podkladový materiál z uhlíkové oceli .....	44
9.2	Použité nátěrové systémy .....	45
9.3	Příprava zkušebních vzorků .....	45
9.4	Stanovení drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287 .....	50
9.5	Stanovení tloušťky mokré a suché vrstvy nátěru dle ČSN EN ISO 2808 .....	54



# Diplomová práce

9.5.1	Tloušťka mokrého filmu – stanovení měřícím hřebem.....	55
9.5.2	Stanovení tloušťky suchého nátěru.....	56
9.6	<i>Metodika urychlené laboratorní zkoušky – korozní zkouška v solné lázni.....</i>	<i>57</i>
9.6.1	Korozní zkouška v solné lázni – ocelové substrát bez aplikace nátěru .....	58
9.7	<i>Použité nátěrové systémy .....</i>	<i>67</i>
9.8	<i>Mřížková zkouška přilnavosti dle ČSN EN ISO 16276-2 .....</i>	<i>83</i>
9.9	<i>Odtrhová zkouška přilnavosti dle ČSN EN ISO 16276-1 .....</i>	<i>86</i>
9.10	<i>Korozní zkouška vzorků nátěrového systému s řezem v povlaku nátěru .....</i>	<i>92</i>
<b>10</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>99</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>101</b>
	<b>Webové stránky .....</b>	<b>103</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>104</b>
	<b>Poděkování .....</b>	<b>105</b>

## Seznam použitých značek a symbolů

---

Symbol	Název, vysvětlení	Jednotka
$R_a$	střední aritmetická úchylka profilu	$\mu\text{m}$
$R_z$	nejvyšší výška profilu	$\mu\text{m}$
t	tloušťka vrstvy nátěru	$\mu\text{m}$
t	teplota	$^{\circ}\text{C}$
pH	koncentrace $\text{H}_2\text{O}$	
$\mu\text{m}$	mikrometr	$10^{-6}\text{m}$
g	hmotnost	$10^{-3}\text{kg}$
NH	nátěrové hmoty	
mm	milimetr	
WFT	tloušťka mokrého nátěrového filmu	%
NDFT	nominální tloušťka suchého nátěrového filmu	%
DFT	tloušťka suchého nátěrového filmu	%
Im		
DTP	detalní technické postupy	
Al	hliník	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	oxid hlinitý	
C	uhlík	
CoO	oxid kobaltnatý	
Cr	chróm	
Cu	měď	
Fe	železo	

## Diplomová práce

FeO	wústit - oxid železnatý
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	hematit- oxid železitý
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	magnetit - oxid železnato - železitý
Fe	železo
H <sub>2</sub> O	voda
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kyselina sírová
HCl	kyselina chlorovodíková
Mg	hořčík
Mn	mangan
N	dusík
Na <sub>2</sub> O	oxid sodný
Ni	nikl
NiO	oxid nikelnatý
O	kyslík
P	fosfor
PbO	oxid olovnatý
S	síra
Si	křemík
SiO <sub>2</sub>	oxid křemičitý
SiO <sub>4</sub>	oxid křemičelý
Ti	titan
B	bor
V	vanad
Nb	niob
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	oxid chromitý

# 1 Úvod

Ochrana kovových materiálů, předmětů a ocelových konstrukcí před degradačními vlivy atmosférické koroze je stále aktuálním problémem zejména technických oborů a chemických odvětví. Nejrozšířenějším postupem povrchové ochrany kovových materiálů je způsob, při kterém je pomocí organických povlaků vytvořených z nátěrových hmot zabezpečena chemická nebo elektrochemická reakce antikorozního pigmentu se samotným kovem nebo s korozním prostředím pronikajícím ochranným organickým povlakem – základním antikorozním nátěrem. Jelikož pouze jednou vrstvou nelze účinně chránit kovový materiál, je nutné vytvořit nátěrový systém sestávající z více vrstev. Vrchní vrstva nátěrového systému má zabezpečit především ochranu základního antikorozního nátěru před degradací vlivem UV slunečního záření. Jedná se tak o bariérovou ochranu spočívající v zamezení průniku korozních látek z okolí k podkladovému chráněnému kovu. Účinnou bariéru lze vytvořit pouze z pojiva velice málo propustného pro kapaliny a plyny a tuto funkci lze zvýšit použitím neizometrických plniv a pigmentů. Mechanismus aktivního antikorozního působení nátěrů lze s bariérovým mechanismem kombinovat i v jednovrstvém systému, ve kterém musí být oba tyto mechanismy obsaženy.

Významným ochranným faktorem je i adheze vytvářených ochranných nátěrů. S adhezí nátěrů jak k podkladu, tak s adhezí jednotlivých vrstev mezi sebou, jsou úzce spojeny jevy, jako je vznik osmotických puchýrků, odlupování a praskání nátěrových filmů. Zvýšení mechanických vlastností aplikací vhodných pigmentů zvyšuje odolnost nátěrů při teplotních změnách a při mechanickém namáhání. Souvislost s ochrannou antikorozní funkcí nátěru spočívá v předpokladu, že pokud nedojde k mechanickému narušení ochranného filmu, pak neproběhne koroze podkladu. Samotná logika protikorozní ochrany vychází z vytvoření takové bariéry pomocí nátěrů, která izoluje neprodyšně kovový podklad od okolního prostředí [4].

## 2 Požadavky na konstrukční nátěry ocelových konstrukcí

Ochranné povlakové systémy tvoří celosvětově nejméně 85% všech systémů protikorozi ochrany, nicméně ochrana proti korozi nezačíná ani nekončí specifikací a provedením ochranného nátěru nebo povlaku. Konstrukteři a projektanti by v zájmu optimální protikorozi ochrany měli být v kontaktu s koročním inženýrem od první fáze projektu. Konstrukční návrh musí zohledňovat požadavky na protikorozi ochranu povlaky, především přípravu povrchu, nanášení povlaků, inspekci a údržbu. Geometrie jednotlivých prvků konstrukce či zařízení, způsob jejich spojování i celá konstrukční a výrobní historie mohou být příčinou zvýšeného korozi namáhání a poškození. Navrhování musí respektovat zásadu dostupnosti a dosažitelnosti všech povrchů, vystavených korozi namáhání. Spáry, štěrbinové a přeplátování by měly být vyloučeny. U konstrukcí nesmí být zvolena taková uspořádání povrchu, která umožňují zadržování vody, úsad a nečistot. Veškeré hrany musí být zaobleny nebo zkoseny v souladu s doporučením ISO 12944-3. Svarové spoje musí být provedeny jako průběžné a musí být zbaveny nerovností, kráterů, rozstříků a pórů. Tyto práce nejsou součástí aplikace nátěrových systémů nebo povlaků. Musí být vyloučen vznik galvanických článků spojováním kovů o různém elektrochemickém potenciálu, pokud neslouží jako systém protikorozi ochrany (např. katodická ochrana obětovanou anodou). Vhodná konstrukční řešení a uspořádání uvádí přílohy ISO 12944-3. Dále musí navrhovat, zvolit vhodnou ocel s ohledem na vliv chloridů, vyhodnocovat tvorbu patiny a udržovat konstrukce, to vše určují předpisy ministerstva dopravy ČR TP 197 Mosty a konstrukce pozemních komunikací z patinujících ocelí [14]. Bohužel se dnes stalo běžnou praxí, že odborníci bez dostatečné odborné kvalifikace a praxe v oboru svařování a hlavních prohlídek mostů provádějí posuzování mostních konstrukcí vyrobených z patinujících ocelí a mají snahu stav konstrukcí po desítkách let provozu bagatelizovat. Je samozřejmě rozdíl, posuzují-li se daná mostní konstrukce z hlediska bezpečnosti provozu nebo plochy stěn hlavních nosníků z hlediska vývoje patiny. Z hlediska bezpečnosti provozu se musí posuzovatel stavu mostní konstrukce zabývat korozi odolností v místech nosných svarů, šroubových spojů, vyhodnocovat stav svarů v souvislosti s únavou, dynamickým namáháním konstrukce, vyhodnocovat stav údržby a způsob oprav, vady oceli jako zdvojeniny, pleny, přeložky, vyhodnocovat stav místní koroze, lokální koroze, galvanické koroze, štěrbinové koroze, bodové koroze, nožové koroze a jiné ovšem vždy s důsledky, které má koroze na stabilitu konstrukce. Jejich účinky musejí být posouzeny současně se statickým výpočtem konstrukce.

### 3 Koroze

Když hovoříme o korozi, máme na mysli především znehodnocení materiálu. Toto znehodnocení je způsobeno chemickým nebo fyzikálně-chemickým působením okolního prostředí. A nejde jen o korozi kovů, které si pod tímto pojmem nejčastěji představujeme, ale jde také o korozi, to jest podléhání vlivu okolního prostředí, v případě přírodních materiálů hornin, stavebních materiálů, plastů, jako jsou izolace, textilií a jiných. Ale v našem případě korozi rozumíme proces vzájemného působení povrchu kovového materiálu a jeho okolí, který vede k nenávratné přeměně materiálu kovového materiálu v nekovový materiál, v tak zvanou reakční zplodinu, znamenající nežádoucí trvalou ztrátu kovové hmoty[4].

#### 3.1 Korozní prostředí

Vnější prostředí je rozděleno dle ISO 12944-2. Korozní agresivita prostředí je podle této normy rozdělena do šesti kategorií korozní agresivity prostředí pro atmosféru. Nejrychleji probíhá koroze na počátku, později poskytuje rez kovu určitou ochranu[3].

Stupně korozní agresivity atmosféry a příklady typických prostředí[3]

Stupně korozní agresivity	Informativní příklady typických prostředí vnitrozemských mírných pásem	
	Venkovní	Vnitřní
C1 velmi nízká	-	Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. kanceláře, školy, obchody, hotely
C2 nízká	Atmosféry s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovské prostředí (v ČR jen velmi vzácně)	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	Městské a průmyslové atmosféry s mírným znečištěním oxidem siřičitým	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší, např. výroby potravin, prádelny, pivovary, mlékárny
C4 vysoká	Průmyslové prostředí	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice, kravíny
C5-I velmi vysoká (průmyslová)	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

# Diplomová práce

## Kategorie vody a půdy[3]

Stupeň	Prostředí	Příklady prostředí a konstrukcí
Im1	Sladká voda	Vodní stavby, vodní elektrárny
Im2	Mořská nebo poloslaná voda	Ocelové stavby v přístavech jako stavidla, výpusti, plavební komory, plovoucí plošiny
Im3	Půda	V zemi uložené nádrže, potrubí, piloty

### 3.1.1 Mechanizmy koroze

Podle mechanismu průběhu korozního pochodu rozdělujeme na korozi:

chemickou

elektrochemickou

#### Koroze chemická

Tento druh koroze se obvykle charakterizuje jako koroze, probíhající bez přítomnosti elektrického proudu. V praxi jsou to případy koroze v neelektrolytech a v suchých plynech, probíhající za vyšších teplot. Tato koroze např. probíhá, když ponoříme ocelový předmět do kyseliny chlorovodíkové, podle rovnice  $\text{Fe} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$  a povrch se postupně narušuje, neboli koroduje. Korozním prostředím mohou být pochopitelně i mnohé jiné látky, například i vzduch. Zlato a platina ve vodě prakticky nekorodují. Na druhé straně sodík a draslík na vzduchu okamžitě oxidují a se vzdušnou vlhkostí reagují tak rychle, že se musí uchovávat v nádobách naplněných petrolejem. Na kovu či slitině se tvoří velmi tenké oxidické filmy nebo tlustší okuje. Opal je oxidace za vyšších teplot. Schopnost odolávat opalu je žáruvzdornost. Na kovu se vytváří oxidy. Průběh tvorby těchto oxidů závisí na tom, do jaké míry má tvořící se vrstva oxidů ochranné bariéry, zda chrání dosud nenapadený materiál před oxidací. Předpoklad pro ochranný charakter vrstvy určuje Pellingovo – Bedworthovo pravidlo: je-li objem oxidické vrstvy přibližně stejně velký jako objem materiálu, ze kterého vrstva oxidací vznikla, nedochází v ní ke vzniku mechanického pnutí. Je-li taková vrstva bez pórů, může mít ochranný charakter. Je-li objem vrstvy oxidů menší, může být značně pórovitá, mohou se v ní vytvářet tahová napětí, vrstva praská, obnažuje se (Mg). Vrstva může ztrácet ochranný charakter také tím, že sublimuje (Mo). V případě, že objem oxidické vrstvy je značně větší, po dosažení určité tloušťky tlaková pnutí dosáhnou takové velikosti, že vrstva

## Diplomová práce

odprýskne, dosud nezasažený materiál se obnaží a oxidace znovu pokračuje počáteční rychlostí. Průběh oxidace závislí též na složení a struktuře oxidů, měnících se u některých kovových materiálů v závislosti na teplotě. Tak při oxidaci železa vznikají oxidy  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Korozi za vyšších teplot v atmosféře mohou způsobovat též sirné sloučeniny, oxid siřičitý a sirovodík. Vznikají tak směsi oxidů a sulfidů, případně síranů. Sulfidy mají mnohem menší ochranný charakter než oxidy [4].

### Koroze elektrochemická

Tento druh koroze můžeme popsat jako koroze s průběhem elektrického proudu, jako koroze v elektrolytech, koroze v půdě, koroze ve vlhké atmosféře. Tento druh koroze se dá nejlépe popsat na korozi železa ve vodní kapce, tedy v elektrolytu. Ze železného předmětu přejde do kapky ion  $\text{Fe}^{2+}$ . Tím se v kovu vytvoří přebytek dvou elektronů, Vrstvička elektrolytu – kapka s kladným nábojem – je přitahována k povrchu železa se záporným nábojem. Vytvořilo se elektrické rozvrstvení – polarizace. (anoda)  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$  Aby děj pokračoval, je potřeba vybití elektronů v železe – depolarizace kyslíkem (katodový děj).  $2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow 2\text{OH}^-$  Dál děj probíhá ionty železa a hydroxilové ionty v kapce reagují za vzniku hydroxidu železnatého  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$  Hydroxid železnatý reaguje s kyslíkem rozpuštěným v kapce a mění se v hydroxid železitý, označovaný jako rez.  $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$  Je-li kterýkoliv z dějů přerušen, korozní proces nepokračuje. Depolarizace může probíhat i působením vodíku (v kyselém prostředí)  $2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2$  [3].

### 3.1.2 Ochrana materiálu proti korozi

Základní poznatky o mechanismu a kinetice koroze umožňují odvodit základní možnosti jak korozi zabránit, případně ji zpomalit na přijatelnou míru, aby se zvýšila životnost výrobku. Povrchová ochrana propůjčuje materiálu kvalitativně nové vlastnosti, odlišné od vlastního základního složení. Z hlediska charakteru povrchové ochrany dělíme způsob omezení:

- 1) úprava korozního prostředí odstraněním složky způsobující korozi
- 2) elektrochemická ochrana kovového povrchu
- 3) volba vhodného konstrukčního materiálu
- 4) tvorba chemických kovových nebo nekovových ochranných povlaků na základním materiálu s kvalitativně odlišnými korozními vlastnostmi [3]



### 3.2 Vliv solících prostředků na korozi

#### 3.2.1 Vysoká koncentrace chloridů

Chloridy z vody, štěrků či písků, použitých při výrobě betonu, nebo z chemikálií, uvolněných ze složek přípravků, používaných při opravách betonových konstrukcí, mohou velice snadno způsobit korozi v betonu zapuštěných kovových výztuží. Tak, jak koroze postupuje, roste objem korodujících částí. Důsledkem je pnutí, vznik prasklin a úlomků, díky čemuž může v nejhorším případě dojít až ke zborcení celé konstrukce[4].

#### 3.2.2 Posypové soli

Častou příčinou koroze především na dálnicích, silnicích a mostech bývají vysoké koncentrace chloridů z posypových solí, které se na ošetření povrchu vozovek proti sněhu a ledu používají.

Chemická rozmrazovací látka je látka, jejíž roztok snižuje bod tuhnutí vody. Používá se jako chemický, posypový materiál k odstranění nebo zamezení vzniku náledí na povrchu vozovek. Používání posypových materiálů (chemických rozmrazovacích látek) pro zimní údržbu vozovek, má své negativní účinky na dopravní prostředky a infrastrukturu. Poškození je závislé na intenzitě zimního solení, která souvisí s hustotou dopravy a z toho plynoucí nutností zajištění bezpečné sjízdnosti komunikací. Nejvíce používaným posypovým materiálem je chlorid sodný, dále se používá chlorid vápenatý a v menší míře i chlorid hořečnatý. Další materiály, jako jsou různé druhy alkoholů, glykolů, močovina, jsou používány jen ve výjimečných lokalitách, kde nejsou vhodné chloridy z důvodu jejich korozních účinků.

## 4 Příprava ocelového povrchu pro ochranné povlaky

Pro dosažení optimální životnosti ochranného povlakového systému je nezbytné věnovat pozornost kvalitě přípravy povrchu a důsledné kontrole předepsaných znaků jakosti. V rámci předběžné přípravy povrchu před otryskáváním musí být především odstraněny oleje, mastnoty a maziva, soli, prach a jiné znečišťující látky. Může být použito čištění vodou, parou, čištění emulzní, alkalické nebo organickými rozpouštědly, případně jejich kombinace. Ocelové povrchy konstrukcí nesmí být upravovány pomocí chemických konverzních prostředků (fosfátování apod.).

## Diplomová práce

Podle povahy znečištění rozeznáváme:

- nečistoty, které nemají chemické spojení s povrchem kovu jako: mastnoty, karbon, prach, zbytky brusných prostředků, zbytky kovů po předchozích mechanických úpravách, slévárenský písek, vápno, malta, anorganické soli apod. - na povrchu jsou udržovány pouze fyzikálními silami a tvoří vrstvy různé tloušťky - někdy jsou hmatem nebo zrakem těžko postižitelné, avšak vždy je nutné je důkladně odstranit.
- zplodiny chemických přeměn např. po tepelném zpracování (okuje) či směs kyslíčnicků železa bezvodých i s obsahem volné nebo vázané vody, které mohou být houbovité struktury se schopností absorbovat z okolí další vlhkost i s rozpuštěnými chemickými látkami - specifický objem korozních zplodin je větší než příslušného kovu, a proto mají pod nátěrem schopnost narůstat a porušovat povlak i mechanicky - i nepatrné stopy rzi jsou nepříznivým faktorem pro trvanlivost nátěrového systému, protože jsou základem budoucího korozního procesu - souvislá a neporušená vrstva okují odolává korozi a byla by z tohoto hlediska neškodná pro trvanlivost nátěru - její mechanická křehkost, projevující se i při tepelných změnách, je však příčinou snadného porušení plochy pod nátěrem - rovněž povrchová vlhkost (v pórech a mikroskopických trhlinkách) může v oblastech průmyslových exhalací obsahovat vždy větší či menší procento rozpuštěných plynů agresivní povahy, hlavně oxidy síry a dusíku.

Všechny výše uvedené nečistoty a vrstvy musí být před zhotovením základního nátěru vhodným způsobem odstraněny. K tomu slouží dále uvedené technologické procesy:

### 4.1 Chemická předúpravy povrchu

Technologie chemické předúpravy je charakterizována dvěmi základními operacemi:

- odmašťováním
- mořením

Tyto operace se realizují za různých podmínek teplotních, koncentračních, kvality účinných lázní, jejich pohybu vzhledem k výrobku apod. Pro dosažení optimální životnosti ochranného povlakového systému je nezbytné věnovat pozornost kvalitě přípravy povrchu a důsledné kontrole předepsaných znaků jakosti. V rámci předběžné přípravy povrchu před otryskáváním musí být především odstraněny oleje, mastnoty a maziva, soli, prach a jiné

znečišťující látky. Může být použito čištění vodou, parou, čištění emulzní, alkalické nebo organickými rozpouštědly, případně jejich kombinace.

### 4.1.1 Chemické odrezování

Podstata chemického odrezování je stejná jako moření zaokruženého povrchu. Rez však reaguje na působení kyselin rychleji než okuje, proto se pracuje při nižších teplotách a v kratších časech. Rovněž používané kyseliny mohou být méně agresivní v účincích na kovy a v nižších koncentracích. Nejčastěji se používá kyselina fosforečná, která je zdravotně nejméně závadná, nezamořuje okolí čpavými dýmy, málo naleptává kov a tvoří nerozpustné fosfáty. Princip odrezování spočívá v převádění rzi na fosforečnany, což nelze v plném rozsahu ztotožňovat s procesem fosfatizace. Stejně jako při moření doporučuje se při chemickém odrezování nejprve odstranit méně přilnavé korozní vrstvy mechanickou cestou a povrch zbavit mastnoty. Na trhu je řada přípravků, označovaných a doporučovaných jako bezoplachové a oplachové odrezovače. Ve všech případech je bezpodmínečně nutné respektovat návody k jednotlivým přípravkům a před aplikací nátěrových hmot si ještě vhodnost této technologie předem ověřit. Pracuje se s látkami, které mohou při neodborném použití povrch kovu upravit na zcela nevhodnou kvalitu. Bezoplachové odrezovače je nožné použít jen na povrchy pokryté slabým náletem rzi, a to na konstrukce hladké, bez spojů, profilů a špatně přístupných míst. V nich se přípravek udržuje dlouho v mokřem, nezreagovaném stavu, často až do doby nanášení nátěrové hmoty. Pod nátěrem jsou tyto zbytky zdrojem vad, hlavně tvorby osmotických puchýřů a pozdějšího odlupování. Výsledný povrch po chemickém odrezení musí být matný, slabě našedlý, čistý, zbavený všech korozních produktů a zplodin reakce kyseliny se rzi. Na povrchu se nesmí objevovat výluh s kyselou reakcí, která je důkazem přítomnosti látek schopných znehodnocovat nátěrové systémy. Dobrých výsledků se docílí vysoušením odrezeného povrchu horkým vzduchem. Podstata úpravy povrchu kovů chemickým odrezením spočívá v odstranění rzi kyselinou kombinovanou v příslušném odrezovači s inhibitory koroze a dalšími látkami, které usnadňují penetraci či smáčivost povrchu apod. Po aplikaci oplachového odrezovače, kterou lze urychlit zvýšením teploty lázně na 40 °C po dobu působení 5-30 min, je nutný oplach teplou vodou a dále oplach vhodným pasivačním prostředkem[2].

### 4.1.2 Odmašťování

Odmašťování je souhrnný název pro odstraňování všech druhů ulpělých nečistot z povrchu kovu, které jsou k povrchu kovu vázány buď fyzikální adsorpcí (např. látky mastného charakteru) nebo adhezními silami (jemně rozptýlené anorganické nečistoty, prach, kovové třísky apod.). Jejich energie vazby ke kovovému povrchu je mnohem menší než u nečistot vázaných chemicky (okuje, rez) a lze je tedy odstranit snadněji a beze změny kovového povrchu. Úkolem odmašťovacích přípravků je uvolnění těchto nečistot s povrchu kovu, jejich převedení do roztoku nebo emulze a zabránění jejich zpětném redepozici na kovovém povrchu. Operace odmašťování se provádí různými způsoby, z nichž nejdůležitější a nejvíce rozšířené jsou tyto postupy:

- odmašťování v organických rozpouštědlech
- odmašťování v alkalických roztocích
- odmašťování pomocí detergentů
- odmašťování emulzní
- odmašťování pomocí ultrazvuku
- odmašťování pomocí páry

Odmašťování v organických rozpouštědlech byl velmi rozšířený způsob čištění, při kterém se mastné látky na povrchu kovu rozpustí a zároveň se uvolní i ostatní ulpělé nečistoty. Organická rozpouštědla většinou nezpůsobují korozi. Pomocí organických rozpouštědel se mohou odstranit i silné vrstvy mastných nečistot. Nevýhodou však je skutečnost, že organická rozpouštědla nevyhovují požadavkům bezpečné a zdravotně nezávadné práce. Ideální rozpouštědlo by mělo být levné, bezpečné, zdravotně nezávadné, snadno regenerovatelné a univerzálně účinné. Tomu se však používaná rozpouštědla jen více či méně přibližují. Nejvíce se používají ropné produkty (aromatické či lépe alifatické uhlovodíky). Nejčastěji je však používán k odmašťování technický benzin. Pro jeho vysokou hořlavost je nutno při tomto způsobu čištění zachovávat velmi přísné bezpečnostní předpisy. Uplatnění organických rozpouštědel k odmašťování bývá zejména v menších závodech vzhledem k poměrně nízkým nákladům, technické jednoduchosti a vysoké účinnosti čištění. Mnohdy však zůstává nedořešena otázka likvidace vypotřebovaných rozpouštědel.

Odmašťování v alkalických roztocích je nejvíce rozšířený způsob čištění kovového povrchu hlavně v galvanice. Účinnost alkalického odmašťovacího procesu spočívá hlavně v

## Diplomová práce

koloidně chemických pochodech, tj. v emulgaci a dispergaci nečistot nejružnějšího druhu, dále ve zmýdelnění některých mastnot a v zabránění redepozice nečistot na kovovém povrchu. Alkalické odmašťovače bývají obohaceny povrchově aktivními látkami. Alkalické odmašťování se většinou provádí ponorem nebo postřikem a oproti organickým rozpouštědlům je lacinější a bezpečnější. Odpadní vody a vyčerpané lázně však musí být likvidovány (neutralizovány) v čistírnách odpadních vod.

Odmašťování pomocí detergentů nabylo na důležitosti zavedením látek povrchově aktivních a znamenalo zásadní obrat ve vývoji alkalických odmašťovacích přípravků. Nejprve byly aplikovány anionaktivní tenzidy, později neionogenní a posléze i amfolytické tenzidy. Používání povrchově aktivních látek v oblasti odmašťování umožnilo podstatné zvýšení kvality, jeho urychlení i snížení pracovní teploty. Zavedení tenzidů rovněž umožnilo upustit od dříve běžných vysokých hodnot pH a přejít na roztoky slabě alkalické až téměř neutrální, nebo dokonce odmašťovat v kyselém prostředí. Detergenty lze aplikovat ručně, ponorem i postřikem včetně vysokotlakého postřiku. Pro každou aplikaci nutno zvolit vhodný přípravek vyhovující zvolené odmašťovací technologii. Jejich velkou předností je skutečnost, že obsahují z více jak 90 % látky biologicky odbouratelné a tedy snadno likvidovatelné.

Emulzní odmašťování využívá jak přímého rozpouštění mastnot v organickém rozpouštědle, tak i jejich emulgaci ve vodném prostředí. Tato metoda je velmi účinná i na značně znečištěné povrchy a velké konstrukční celky. Provádí se při ponoru, potíráním (ručně) a postřikem při normální či zvýšené teplotě. Při emulzním způsobu odmašťování se nedosahuje zcela smáčivého povrchu, přesto je odmaštění postačující. Přípravky jsou zpravidla založeny na směsi účinných ropných rozpouštědel s obsahem speciálních tenzidů a emulgátorů. Jejich odmašťovací schopnost je spolehlivá, dokonale rozpouštějí a emulgují mastnoty a převádějí je do vodou omyvatelné emulze. Odpadní vody musí před vypouštěním do kanalizace projít úpravnou vod.

Odmašťování pomocí ultrazvuku se uplatňuje zejména při čištění povrchu profilovaných součástí, u nichž se nedosahuje dobrých výsledků při použití běžných čistících prostředků a postupů, zvláště při odstraňování nečistot z různých záhybů nebo malých otvorů. Ultrazvukové zařízení dodává vysokofrekvenční energii z generátoru přes ultrazvukový budič do nádrže s čistící kapalinou, kde dochází k přeměně této energie na energii akustickou, která rozkmitává kapalinu a spolu s kavitačními účinky se zúčastňuje čistícího procesu. Jako čistící kapalina se používají organická rozpouštědla i vodné odmašťovače. Odmašťování pomocí

ultrazvuku je použitelné pouze u předmětů menších rozměrů, které mohou být umístěny do vyráběných velikostí odmašťovacích van.

Odmašťování pomocí páry se obvykle aplikuje při odmašťování a čištění povrchu rozměrných zařízení. Je to velmi účinná metoda na odstraňování i zaschlých, zapečených, připálených a jiných nečistot. Tepelný a tlakový účinek páry je možno kombinovat dávkováním odmašťovacího prostředku, případně i s oplachem horkou vodou.

### 4.1.3 Moření

Moření je čištění povrchu kovů od vrstev rzi a okují jakékoliv tloušťky chemickým působením kyselin, případně i louhů. Zplodiny koroze se převádějí na rozpustnou formu a s povrchu se oplachují. Provádí se na předmětech ponořených do mořicí lázně. Pevně lnoucí okuje se kyselinou zvolna rozpouštějí v místech, kde nejsou celistvé a kyselina může pronikat až k povrchu kovu. Odlupují se účinkem vznikajícího vodíku, přičemž mírné naleptání kovu moření urychluje. Vznik atomárního vodíku ve stavu zrodu se projevuje nepříznivě, tzv. vodíkovou křehkostí. Při hloubkovém průniku bývají následky závažné hlavně u tenkostěnných výrobků, které tím ztrácejí odolnost v ohybu. Před mořením musí být povrch odmaštěn a zbaven nepřílnavých nečistot, aby chemické působení probíhalo stejnoměrně na celém povrchu a lázeň se nadměrně neznečišťovala. Po moření následuje co nejdříve několikanásobný oplach vodou, aby zbytky kyselin, solí nebo louhů nenarušovaly jakost nátěrového systému. V nejširším měřítku se k moření používá kyselina sírová, solná a fosforečná s přídavkem látek, které zabraňují rozpouštění oceli, ale nebrání odstraňování okují a rzi. Jedná se o inhibitory koroze účinné v kyselém prostředí. Moření je základní operací používanou u řady procesů povrchových úprav kovů. Jedná se o galvanické nanášení kovů, žárové zinkování i nanášení konverzních povlaků, např. fosfátu, před dalším mechanickým zpracováním – tažením a lisováním. Povrch kovu je nejčastěji pokryt rzi a okujemi jež jsou tvořeny třemi vrstvami oxidů, které musí být odstraněny v procesu moření:

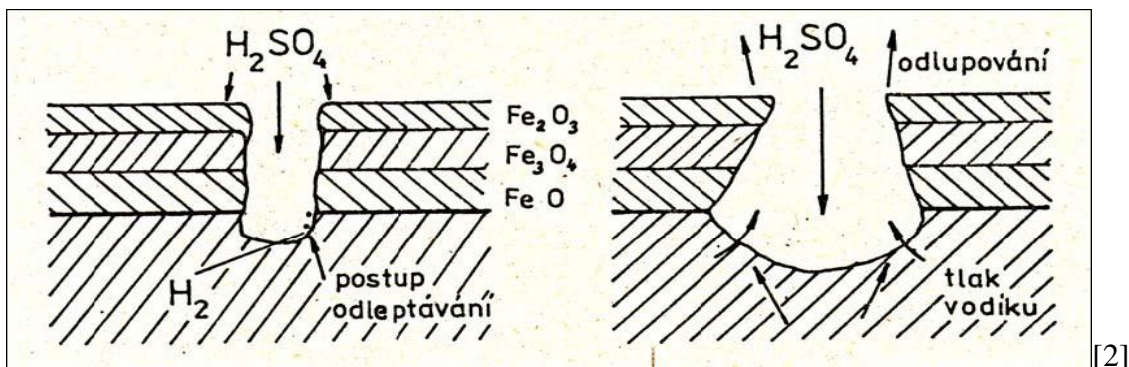
wüstit ( $\text{FeO}$ ) - je nejbližší kovu a tvoří asi 80 % tloušťky okují

magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) - jeho tloušťka se rovná asi 18 % tloušťky okují

hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) - tvoří asi 2 % tloušťky okují

## Diplomová práce

Z uvedených složek okují se nejrychleji rozpouští Wüstitova vrstva. Magnetit se rozpouští pomaleji a rozpouštění hematitu je nejpomalejší. V praxi se nejčastěji používá kyselina sírová, chlorovodíková a fosforečná. Ve směsi s jinými kyselinami to pak může být kyselina dusičná a fluorovodíková.



Rozpouštění oxidů železa v kyselině sírové

Odtrhávání okují vodíkem.

### 4.2 Mechanické čištění povrchu

Působí-li se na zkorodovaný nebo zaokujený povrch vnější mechanickou silou, nastává narušení a uvolňování nečistot, které se tak odstraní. Mezi mechanické způsoby čištění povrchu patří:

- ruční nebo mechanizované otloukávání povrchu různými druhy kladívek
- oškrabávání stěrkami
- kartáčování ocelovými kartáči
- broušení
- otryskávání

Na tlustostěnné předměty, kde nehrozí nebezpečí deformace, se používá ručního oklepávacího kotouče, upevněného na ohebné hřídeli. Na jiném principu pracují pneumatické oklepávače a čisticí pistole vybavené buď svazkem jehel v pohyblivé objímce, nebo sekáčem, které jsou vyměnitelné. Pistole je poháněna stlačeným vzduchem v rozsahu 0,4 - 0,6 MPa. Nečistota je jehlami nebo sekáčem rozbíjena na malé částčky a uvolňována a před další úpravou se odstraní nejlépe rotačním ocelovým kartáčem. Při mechanickém obrušování se povrch odebírá až na čistý kov tvrdým brusivem. Ruční broušení je namáhavé, zdlouhavé a málo účinné. Proto se v průmyslové praxi používá jen málo. Výhodné jsou pneumatické nebo elektrické brusky pracující s vyměnitelnými kotouči různé velikosti, tvaru a zrnitosti abraziva.

### 4.2.1 Otryskávání

Čištění povrchu kovu otryskáváním umožňuje zabezpečit jeho dokonalou přípravu pod nátěr. Poskytuje nejen povrch kovově čistý, ale i dosažená vhodná drsnost (závisí na volbě otryskávacího prostředku) přispívá k lepšímu zakotvení základních nátěrů. Otryskávání je neefektivnějším postupem při odstraňování nečistot mechanickou cestou. Provádí se pneumatickými tryskacími pistolemi nebo metacími koly. Tryskacím materiálem, vrhaným napovrch čištěného kovu pod značným tlakem, je buď ocelolitínová drť, struska, keramické materiály apod. Křemičitý písek hojně používaný v minulosti pro otryskávání za sucha se dnes již tolik nevyužívá. Důvodem je nebezpečí vzniku silikózy u pracovníků provádějících otryskávání. Je však možné ho použít pro otryskávání za mokra, tj. ve směsi s vodou, případně s přídavkem inhibitoru koroze, který zabrání zrezivění čerstvě otryskaného ocelového povrchu. Otryskávání lze použít pro masivnější předměty, u nichž není nebezpečí deformace nebo proražení. Otryskáním lze odstranit z kovového povrchu v podstatě všechny druhy nečistot [3].

Intenzita čištění povrchu při otryskávání je závislá na tvaru zrn, druhu otryskávacího materiálu, úhlu dopadu a vzdálenosti tryskače od předmětu. Pro úpravu pod nátěry musí být drť dostatečně jemná, aby se při následujícím nátěru zakryly všechny nerovnosti povrchu.

Charakteristiky jednotlivých otryskávacích prostředků a hodnocení vlastností konkrétních materiálů jsou předmětem následujících norem:

ČSN EN ISO 11124 (část 1 až 4) Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Specifikace kovových otryskávacích prostředků.

ČSN EN ISO 11125 (část 1 až 8) Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Zkušební metody pro kovové otryskávací prostředky.

ČSN EN ISO 11126 (část 1 až 8) Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Specifikace nekovových otryskávacích prostředků

ČSN EN ISO 11127 (část 1 až 8) Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Zkušební metody pro nekovové otryskávací prostředky [1].



### 4.2.2 Broušení a leštění

Broušení je operace, při které dochází k intenzivnímu odebrání hmoty z povrchu materiálu. Cílem je dosáhnout rovinného povrchu vzorku s minimálním poškozením, které se snadno odstraní při leštění. Podle techniky provádění se dělí na:

- ruční broušení
- mechanizované broušení (pomocí brusných a leštících strojů)

Mechanické broušení se od ručního liší převážně možnostmi dosažení reprodukovatelných podmínek nastavení během broušení (upevnění vzorku, možnost plynule regulovat přitlačnou sílu, otáčky brusného kotouče). Mechanizované broušení se realizuje na univerzálních brusných zařízeních, která umožňují jak broušení tak leštění a navíc umožňují současné broušení či leštění několika vzorků současně.

V obou případech má na průběh broušení vliv několik faktorů:

- druh povrchu brusného kotouče - částice brusiva jsou buď pevně ukotveny na podložce (např. běžný brusný papír) nebo se volně pohybují (rolují) po vhodné podložce (tzv. lapování). Broušení se nejčastěji provádí na brusných papírech o různé zrnitosti. Dokonalý výbrus se získá postupným broušením vzorku na stále jemnějších papírech.
- typ brusiva - používá se celá řada sloučenin, zejména však:  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , SiC,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{B}_4\text{C}$ ,  $\text{ZrO}_2$ , C (diamant). Typem brusiva je dána jeho tvrdost. Obecně platí, že čím tvrdší materiál potřebujeme vybrousit, tím tvrdší brusivo je nutné použít. Pro většinu materiálů je však postačující SiC nebo  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
- velikost a tvar částic brusiva - pro účely broušení je výhodné, mají-li částice brusiva tvar nepravidelných mnohostěnů.

Podle velikosti zrn brusiva rozlišujeme broušení na:

- velmi hrubé (1000-100 $\mu\text{m}$ )
- hrubé (100-10 $\mu\text{m}$ )
- jemné (10-1 $\mu\text{m}$ )
- velmi jemné (1-0,1 $\mu\text{m}$ )

## Diplomová práce

Leštění je dalším krokem na cestě za kvalitním výbrusem. Na rozdíl od broušení při leštění již materiál z povrchu vzorku neubývá, ale nastává pouze deformace vrcholů povrchové drsnosti. V zásadě existují tři způsoby leštění vzorku:

- mechanické
- elektrolytické
- chemické

### Mechanické leštění

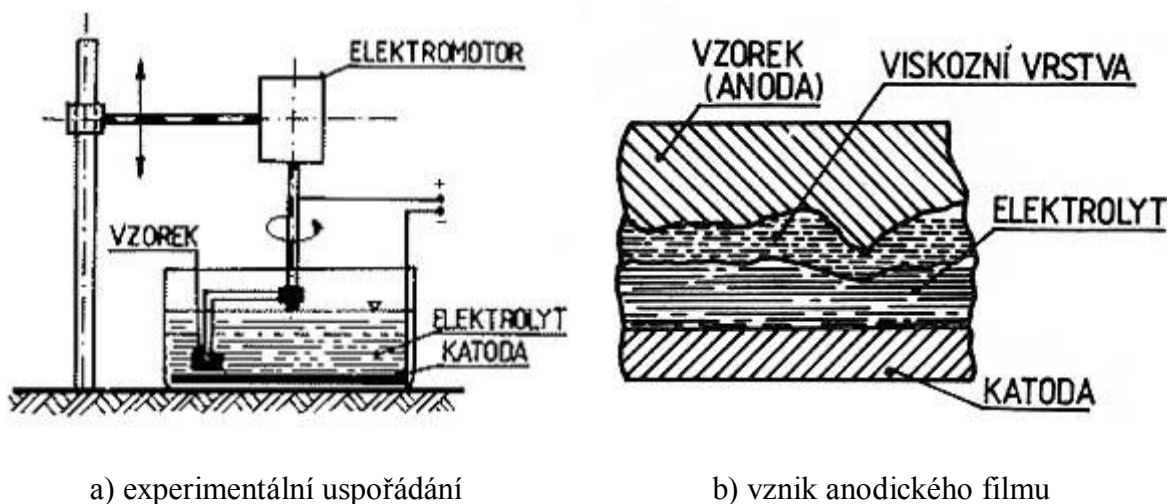
Princip mechanického leštění je do značné míry obdobný mechanismu broušení. Opět se vzorek vystavuje působení tlaku na rotující kotouč s leštícím materiálem. Deformace povrchových nerovností vzorku nastává tlakem leštícího média. Prakticky již nedochází k odebírání hmoty vzorku na rozdíl od předchozího broušení. Tvářená B-vrstva dostává při mechanickém leštění konečný tvar a velikost. Mechanické leštění ovlivňují stejné faktory jako při broušení:

- materiál leštícího kotouče - buď se používá textilní sukno (klasický způsob - nejčastější) nebo speciální kovové podložky, do nichž jsou leštící částice zalisovány (moderní způsob)
- typ částic - liší se chemickým složením a tedy i tvrdostí. Používají se zejména  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CeO}_2$ , C (diamant). Univerzálním, ale také nejdražším leštícím prostředkem je diamantový prášek. Pro měkké materiály, např. slitiny drahých kovů je oblíbeným prostředkem  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .  $\text{MgO}$  je díky nestálosti na vzduchu (absorpce vlhkosti a  $\text{CO}_2$ ) používán velmi zřídka.
- velikost a tvar částic - preferují se částice oblého charakteru, které pouze zahlazují povrch vzorku
- smáčedlo a chladicí médium - používá se menšího množství tekutiny, poněvadž ochlazování nemusí být tak intenzivní jako u broušení. Aby tvářená vrstva byla co nejmenší, používá se leštících prášků ve formě vodné suspenze.
- rychlost otáčení kotouče, velikost přitlačné síly - mají stejný vliv i význam jako u broušení.

Kromě mechanického leštění se v metalografii používá také leštění elektrolytické [4].

## Elektrolytické leštění

Elektrolytické leštění je založeno na zcela jiném principu než mechanické leštění. Princip je patrný z obr. 1.



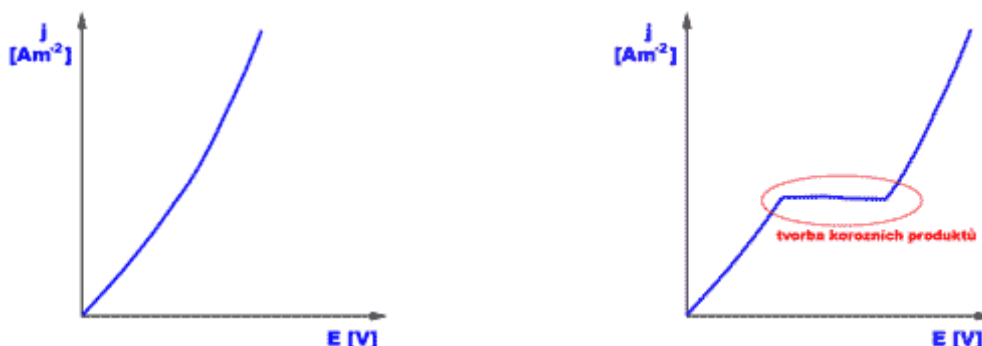
**Obr. 1** - Princip elektrolytického leštění [15]

Vzorek je zapojen jako anoda a je ponořen do elektrolytu. Při průchodu proudu mezi vzorkem a katodou z nerezavějící oceli (viz obr.1a) se za vhodných podmínek vytvoří na povrchu vybroušeného vzorku viskózní film produktů (anodický film), který má velmi nízkou elektrickou vodivost. Tloušťka anodického filmu není všude stejná - nejsilnější je v místech prohlubní vzorku a naopak nejslabší nad výstupky (viz obr.1b). Proudová hustota je největší v těch místech, kde je tloušťka filmu nejmenší (tam vrstva produktů klade elektrickému proudu nejmenší odpor). Proto se výstupky na vzorku při správných pracovních podmínkách rozpouštějí a povrch kovu se postupně uhlazuje.

### Elektrolytické leštění ovlivňují následující faktory:

- složení elektrolytu a jeho teplota - elektrolyty mají buď kyselé (nejčastěji) nebo zásaditý charakter. Kyselé elektrolyty bývají na bázi roztoků směsí kyselin chloristé, sírové či fosforečné. Zásadité elektrolyty bývají na bázi roztoků hydroxidů alkalických kovů či kyanidů. Správnou volbu typu elektrolytu si můžeme ověřit tak, že pro daný materiál v daných podmínkách naměříme tzv. polarizační křivku. Podle jejího charakteru, lze rozhodnout, zda-li daný materiál bude možné v daném elektrolytu elektrolyticky leštit či nikoliv. Polarizační křivka kovu, u kterého v daném elektrolytu

není možné provádět elektrolytické leštění je na obr. 2a a na obr. 2b je křivka pro kov leštitelný. Podle typu elektrolytu (pro každý materiál nutno volit individuálně) se volí rovněž jeho teplota a udržuje se termostatováním.



a) polarizační křivka kovu elektrolyticky  
nelešitelného

b) polarizační křivka kovu elektrolyticky  
lešitelného

**Obr.č. 2** - Rozdělení materiálů pro elektrolytické leštění [15]

- proudové podmínky - nastavují se individuálně podle druhu vzorku
- vzdálenost elektrod - nastavuje se individuálně podle druhu vzorku, ale obecně musí být nízká
- plocha vzorku - z ní je odvozena proudová hustota, nastavuje se individuálně podle druhu vzorku
- rychlost proudění elektrolytu - je nutno udržet stabilní anodický film, takže proudění musí být maximálně potlačeno

Hlavní předností elektrolytického leštění je, že při něm nedochází ke vzniku B-vrstvy. Hlavní nevýhodou je, že současně s leštěním povrchu vzorku dochází k současnému naleptání struktury. Elektrolytické leštění není univerzální jako mechanické leštění a nelze ho použít pro všechny materiály. Může např. docházet k selektivnímu rozpouštění méně ušlechtilých strukturních složek (vměstky). Elektrolytické leštění se uplatňuje zejména u měkkých materiálů, u nichž se tvoří při mechanickém leštění rýhy a vzniká silná B-vrstva.

### 4.2.3 Kartáčování

Je to velmi rozšířený způsob čištění povrchu od uvolněných okují, rzi, starých nátěrů i zbytků různých zbylých nečistot např. prachu, třísek apod. Kartáč působí na povrch upravovaného předmětu svými jednotlivými vlákny jako řada brusných nástrojů. Záleží na

tvrdosti a pružnosti vláken i na způsobu použití, bude-li se při úpravě ubírat kov nebo se z povrchu pouze odstraní nečistoty. Vlákná kartáčů jsou nejčastěji z kovového drátu. Umělých a přírodních vláken se využívá pouze pro odstranění volně ulpívajících nečistot. Materiál drátů kartáčů, kterými se před nátěrem odstraňují hrubé nečistoty, musí být nejméně tak tvrdý jako základní kov. Kartáčováním nelze dokonale odstranit všechny nečistoty a pevně lpící okuje, které nejsou nijak rozrušeny. Proto je vhodné po kartáčování, před nanesením nátěru, zařadit čištění povrchu plamenem nebo otryskávání.

### 4.2.4 Omílání

Při lisování, obrábění, tváření atd. jsou používána nejrůznější mazadla, převážně na bázi minerálních olejů. Je běžné provádět odmašťování současně s jinými operacemi, např. s odjehlováním nebo zaoblováním hran. Ideální pro odmašťování omíláním jsou velké série dílců. Omíláním lze i odstraňovat z povrchu vrstvy rzi, okují anebo nežádoucí zabarvení po předchozích tepelných úpravách. Konvenčními (pH-neutrálními) sloučeninami nelze mnohdy požadovaných cílů dosáhnout, je nutné použít speciální kyselé nebo zásadité. Obrobky omílané s použitím kyselých sloučenin musí být po skončení moření tak dlouho proplachovány čistou vodou, až vzorky z oplachu reagují neutrálně. Po neutralizaci následuje pasivace - ocelové dílce musí být chráněny proti korozi, dílce z barevných kovů proti ztmavnutí a zašlosti. S použitím některých speciálních sloučenin lze moření a pasivaci elegantně spojit do jedné operace, neboť látky mají vícenásobný účinek. Při moření a odstraňování zabarvení po tepelné úpravě může být současně a bez nutnosti další technologické operace prováděno i leštění, pokud místo brousicích omílacích tělísek použijeme leštících tělísek nebo nerezových kuliček.

Nejčastější uplatnění při omílání nacházejí kruhové vibrátory. Stroj je tvořen podstavcem, na němž je na rovnoměrně rozložených vinutých pružinách uložena ocelová pracovní nádoba, k níž je připojen vibrační pohon. Vibrace vyvozují excentricky umístěná závaží. Přestavováním závaží lze měnit amplitudu kmitů, a tím i intenzitu vibrací a agresivitu omílání. Moderní vibrační omílací stroje jsou vybaveny vibračními elektromotory s trvalou mazací náplní, takže po plánované životnosti motoru (20 000 h) není nutné sledovat mazací intervaly. Obložení vnitřku pracovních nádob se provádí otěruvzdorným, za horka litým polyuretanem, pro kuličkování je nutné použít vulkanizovanou gumu.

### 4.2.5 Odstraňování ostatních nečistot

Nejsou-li odstraněny soli rozpustné ve vodě, poškozují nátěr při jeho vystavení zvýšené vlhkosti nebo při ponoru do vody tvorbou puchýřků. Rozpustné soli lze s povrchu kovu odstranit před zhotovením nátěru omytí čistou vodou. Jedná se i o nečistoty, jako jsou prachové částice, kondenzace vlhkosti a jiné nečistoty zanesené z blízkého okolí.

### 4.2.6 Mechanická příprava povrchu starých konstrukcí

Jestliže je z ekonomických nebo technologických důvodů nevhodná příprava povrchu otryskáváním, je možno využít čištění pomocí ručního náradí (drátěné kartáče, škrabky, oklepávací kladívka, brusné papíry, špachtle apod.) na stupeň přípravy St2 (P St2), nebo mechanizované čištění (rotačními kartáči, brusnými kotouči, jehlovými oklepávači apod.) na stupeň přípravy St3 (P St3) dle ISO 8501-1. Tento způsob přípravy povrchu nesmí být použit u nových konstrukcí. Nesmí být také použit při údržbových pracích na konstrukcích nebo jejich dílčích prvcích vystavených ponoru nebo zapuštěných v zemi.

### 4.2.7 Otryskávání povrchu starých konstrukcí

Příprava povrchu starých konstrukcí při údržbě systémů ochrany může být provedena suchým otryskáváním dle kapitoly 5.2.1, mokrým otryskáváním nebo vysokotlakým či ultravysokotlakým otryskáváním vodou. Jsou přípustné následující metody:

- otryskávání pomocí stlačeného vzduchu,
- odsávací otryskávání,
- vlhké otryskávání,
- mokré otryskávání stlačeným vzduchem,
- suspenzní otryskávání,
- otryskávání tlakovou kapalinou,
- vysokotlaké otryskávání vodou,
- ultravysokotlaké otryskávání vodou.

Pokud je použito vlhkého či mokrého tryskání nebo otryskávání vodou, musí být učiněna opatření, zabraňující tvorbě bleskové koroze. Povrch po otryskávání musí být ihned omyt vodou s obsahem inhibitoru koroze. Mohou být použity komerčně dodávané inhibitory, nebo např. vodný roztok 1,2% fosforečnanu amonného se 0,3% dusitanu sodného. Inhibitory

korozí mohou být obsaženy již ve vodě, používané pro otryskávání (obvykle postačuje koncentrace inhibitoru 5x nižší, než pro omytí).

## 5 Nátěrové hmoty

Je souhrnný pojem pro výrobky, kde je zpravidla pojídlem organická filmotvorná látka. Nátěrové hmoty se používají na ochranu dřeva, betonu, oceli a jiných materiálů proti působení okolního prostředí, mechanickému opotřebení a dalším formám působení. Nátěrové hmoty se dělí na krycí, transparentní a pigmentové, pak na interiérové (vnitřní) a exteriérové (vnější). Interiérové a exteriérové nátěrové hmoty mají některé odlišnosti, které vyplývají především z jejich určení a účelu použití, kterému odpovídají rozdílné vstupní suroviny a také výsledné vlastnosti. Ze vstupních surovin jde o některé ingredience, které například u exteriérových nátěrových hmot zvyšují odolnost proti nepříznivým povětrnostním vlivům (např. střídání teplot, vlhko, UV záření). Exteriérové nátěrové hmoty však na druhé straně z tohoto důvodu nesplňují některá zdravotní kritéria pro nátěrové hmoty, kterými jsou podrobeny právě interiérové nátěry hmoty. Nátěrové hmoty obsahují sušinu (pigmenty a pojiva) a rozpouštědla s proměnným obsahem alifatických uhlovodíků (lakové a rozpouštědlové benzíny), toluenu, xylenu, esterů kyseliny octové, ketonů, trichlor, tetrachlor a perchloretylénu a tzv. VOC látky. Nadměrná expozice výparů těchto látek může vést k vážným zdravotním problémům. Všechny nátěrové hmoty musí odpovídat stanovám a požadavkům, které udává zákon. Splnění základních norem prokazuje výrobce nebo dovozce. Nátěrové hmoty obsahují ve značném množství vysoce škodlivé látky, které při vlastní výrobě i použití, ale i při odstraňování nátěrů a zneškodňování odpadů, negativně ovlivňují životní prostředí a zdraví lidí. Jsou to zejména těkavé organické látky, zbytky monomerů z polymeračních systémů nátěrových hmot a některé sloučeniny těžkých kovů. Největší podíl na znečišťování životního prostředí mají těkavé organické látky používané jako rozpouštědla a ředidla tzv. klasických nátěrových hmot, které tvoří 40-60 % hmotnosti výrobku. Tyto plynné organické škodliviny působí nepříznivě jednak samotné, jednak tím, že za působení slunečního záření se podílejí na vzniku troposférického ozonu a dalších znečišťujících látek, tvořících tzv. "fotochemický smog", který škodlivě působí na lidský organismus, dráždí sliznice a zhoršuje zdravotní stav osob s nemocemi dýchacích cest a srdce. Kromě toho páry organických rozpouštědel negativně ovlivňují ozonosféru Země. Při roční spotřebě 100 000 t nátěrových hmot unikne do ovzduší až 50 000 t organických rozpouštědel. Nátěrové hmoty

## Diplomová práce

ředitelné vodou proto znamenají významný přínos pro zlepšení životního prostředí i ochrany zdraví. Základní členění nátěrových hmot je možné provést podle jejich hlavních složek na nátěrové hmoty: olejové, syntetické s olejem (na vzduchu schnoucí a vypalovací), syntetické bezolejové, celulózové, vodou ředitelné, lihové, asfaltové, práškové a barevné koncentráty. Vodou ředitelné nátěrové hmoty tvoří více než 60% všech v tuzemsku vyrobených nátěrových hmot, a to především z toho důvodu, že jsou šetrnější k životnímu prostředí, při aplikaci nezapáchají, dobře se roztírají, mají kratší dobu zasychání a použité štětce se snadněji čistí. Vodou ředitelné nátěrové hmoty mají zákonem stanoveny nejtvrdsí požadavky.

### **5.1 Skladba nátěrových hmot**

#### **5.1.1 Pigmenty**

Jsou prášková nerozpustná barviva dávající hotovému nátěru krycí barevný odstín. Působí také jako plniva, popřípadě se speciálním zaměřením, jako např. antikorozní, hydrofobní nebo zmatňující konečný nátěrový film.

#### **5.1.2 Pojidla**

Je to filmotvorná látka, ve které se rozpouštějí barviva a která váže rozptýlená plnidla, pigmenty a další přísady v zaschlém nátěru a zároveň je pevně zakotvuje na podkladovém materiálu. Druh, obsah a kvalita pojidel ovlivňující podstatně přilnavost nátěrových hmot k lakovaným předmětům.

#### **5.1.3 Sušidla**

Jsou speciální chemické prostředky, urychlující zasychání některých nátěrových hmot. Sušidla jsou také známa. pod označením sikativy.

#### **5.1.4 Tužidla**

Jsou chemické látky nazývané také tvrdidla. Přidávají se k některým nátěrovým hmotám (epoxidovým, polyuretanovým, polyesterovým) před nanášením. Během určené doby reagují katalyticky se základní složkou, a vytvářejí tak nátěrovou vrstvu konečných vlastností.



### 5.1.5 Katalyzátory

Jsou chemické látky obdobného zaměření i působení jako tužidla modifikující probíhající chemické reakce.

### 5.1.6 Urychlovače

Jsou speciální chemické sloučeniny používané spolu s tužidly nebo katalyzátory u některých nátěrových hmot. Urychlují chemické reakce (vytvrzování) probíhající v nátěrové hmotě a usnadňují tak celkové zpracování a technologii nanášení (např. u polyesterových nátěrových hmot a pod.)

### 5.1.7 Zvláčňovadla

Jsou přísady dodávající nátěrům vláčnost. Změkčovadla upravují konečné mechanické vlastnosti nátěrového filmu.

### 5.1.8 Ředidla

Jsou organická rozpouštědla jednoho druhu nebo směs několika druhů. Používají se pro úpravu konzistence (hustoty) nátěrových hmot před použitím a k čištění nanášecích pomůcek nebo předmětů znečištěných nátěrovými hmotami. Konzistence nátěrových hmot při dodání, i když je předepsána technickými podmínkami nebo normou, bývá zpravidla hustší, než je pro nanášení potřebné, a proto je třeba ji předem upravit vhodným rozředěním.

## 5.2 Ředění

Dříve, než se otevře obal s nátěrovou hmotou (plechovka, dóza, láhev), je vhodné očistit jeho povrch, zvláště kolem plnicího otvoru. Po otevření plechovky se nejprve odstraní případný škraloup (odřízne se a vyjme, aby zbytky neznečistily tekutý obsah plechovky). Pak se důkladně promíchá celý obsah, protože pigmentové i plnidlové složky zůstávají většinou usazeny ve spodní části a skutečná konzistence by tím byla podstatně zkreslena. Bezbarvé laky, tixotropní emaily a husté stěrkové tmely se nepromíchávají. Pro vlastní naředění se použije ředidlo předepsané pro daný druh nátěrové hmoty, v množství vhodném pro zvolenou nanášecí technologii.

### 5.3 Názvosloví oboru nátěrových hmot

Pojem nátěrové hmoty je souhrnný název pro všechny hmoty, které se vhodnou technikou nanášejí na podklad v tekutém, těstovitém nebo práškovitém stavu a které nanesené na podklad vytvoří nátěrový film mající ochranné, dekorativní nebo specifické vlastnosti. Nátěrové hmoty dělíme podle:

#### **Způsob tvorby nátěrového filmu se dělí na zasychající:**

- a) Chemickými pochody – při tvorbě nátěrového filmu probíhají chemické pochody, při kterých z původních nízkomolekulárních látek vznikají makromolekuly. Patří sem například fermeže, olejové, alkydové, epoxidové, polyuretanové a vypalovací nátěrové hmoty
- b) Fyzikální pochody – zasychání nátěru probíhá odpařením rozpouštědel nebo ztuhnutím hmoty, která byla před použitím roztavena. Při tvorbě filmu se pojivo v nátěru nemění. Typickými představiteli jsou nátěrové hmoty nitrocelulózové, lihové a na bázi samotných asfaltů

## 6 Technika nanášení NH a zhotovení nátěrů

Všechny povrchové úpravy, ať je to nanášení nátěrových hmot, galvanické pokovování, smaltování apod., vyžadují optimální předúpravu povrchu výrobku. Výchozí stav povrchu závisí na předchozím tváření a opracování: bývá různě drsný, poškrábaný, s póry, otřepy, třískami, nerovnostmi, stopami tavidel po sváření, případně zamaštěný, zkorodovaný, zaokujený či jinak znečištěný.

Na tom do jaké míry se podaří povrch očistit a upravit závisí kvalita a životnost následující povrchové úpravy. Každá operace však prodražuje výrobní proces a proto je v podnicích snaha omezit předúpravu na minimum. Je však nutno si uvědomit, že při překročení tohoto minima dojde ke snížení životnosti povrchové ochrany a úspora se po kratší či delší době změní v ekonomickou ztrátu.

Povrch základního materiálu musí být před aplikací nátěrových hmot zbaven všech nečistot a zplodin, které zhoršují jakost celkové povrchové úpravy. Účinnou ochranu kovů proti povětrnostním či korozním vlivům poskytují pouze takové ochranné vrstvy, které jsou v přímém kontaktu s kovem. Nedůslednost při předúpravách se nemusí projevit bezprostředně

po dokončení nátěrového systému, ale až po čase, který potřebují aktivní nečistoty k vytvoření energie, dostačující k porušení celistvosti a přilnavosti povlaku. Důležitým faktorem při hodnocení kvality povrchu z hlediska vhodnosti pro aplikaci nátěru je kromě čistoty i jeho tvar a stupeň drsnosti. Praktické výsledky ukazují, že vysoce hladké a leštěné povrchy nejsou nejvhodnější pro kotvení nátěru. Naopak mírným zdrsňením se povrch mnohonásobně zvětší a stává se tak vhodnějším pro kotvení a přilnavost nátěru.

### 6.1 Obecně

Nejdelší přípustný interval mezi dokončením přípravy povrchu a zhotovením základního nebo samozákladujícího nátěru či zároveň stříkaného povlaku je 4 hodiny. Pokud to dovolí podmínky na pracovišti (relativní vlhkost vzduchu menší než 80%, resp. teplota povrchu nejméně 3°C nad rosným bodem), může být tento interval delší, maximálně však 10 hodin. První vrstva nátěrového systému musí být v každém případě zhotovena v témže dni nebo pracovní směně jako dokončení přípravy povrchu nebo aplikace žárově stříkaného povlaku. Pokud se na připraveném povrchu objeví blesková koroze, musí být její produkty a stopy odstraněny. Pro zhotovení nátěru musí být použity druhy nátěrových hmot, odpovídající specifikaci. Nátěrové hmoty, použité v jednom nátěrovém systému, musí pocházet od jednoho výrobce. Pokud to není možné, např. z technologických důvodů, připouští se použití nátěrových hmot nejvýše dvou různých výrobců v jednom nátěrovém systému, pouze však za předpokladu písemného vyjádření výrobců nebo jejich zástupců o vzájemné kompatibilitě použitých materiálů. Výrobci nátěrových hmot musí v technických listech uvádět všechny údaje a detaily, které jsou pro jejich aplikaci nezbytné. Podrobnosti, které by mohly ovlivnit vlastnosti nátěrových hmot nebo kvalitu nátěrového systému, musí být výrobcem poskytnuty na požádání písemnou formou. Použity smí být pouze nátěrové hmoty a ostatní přípravky (ředidla, rozpouštědla, tužidla, iniciátory, aditiva apod.), které nemají překročenou dobu skladovatelnosti a byly skladovány dle specifikací výrobce. Úprava aplikační viskozity nátěrových hmot musí být prováděna výhradně v souladu s technickými listy použitých materiálů. Technologie nanášení je závislá na typu nátěrových hmot, charakteru dílčího prvku opatřovaného ochranným systémem a místních podmínkách. Některé technologie nanášení mohou být nepřipustné. Každý nátěr musí být nanášen s co nejvyšší rovnoměrností, nenatřené plochy, pokud nejsou předepsány na určitých částech povrchu, jsou nepřipustné. Plochy, které nemají být natřeny, např. místa následných svarů, musí být odběratelem identifikovány nejpozději před započatím přípravy povrchu. Tyto plochy musí být maskovány, u více vrstevných systémů odstupňovaně. Nátěry nebo povlaky nebudou prováděny ve vzdálenosti

5cm od budoucích svarů. Postup stanovení tloušťky povlaku musí být přednostně prováděn elektromagneticky v souladu s ISO 2808 s kalibrací přístroje pomocí kalibračních folií na hladké kalibrační destičce. DFT nátěru nebo TDFT ochranného nátěrového systému je vyhovující, pokud aritmetický průměr naměřených hodnot je roven nebo vyšší NDFT a žádné místo nátěru nebo systému nevykazuje individuální DFT nižší než 80%NDFT. DFT kovového žárově stříkaného povlaku je vyhovující, jestliže žádné místo povlaku nevykazuje tloušťku nižší než NDFT. Tloušťka žárového povlaku zinku nanášeného ponorem je vyhovující, pokud odpovídá tabulce 1. V žádném místě nátěru nesmí individuální DFT překročit výrobcem uváděnou kritickou tloušťku. Pokud výrobce kritickou tloušťku neuvádí nebo není schopen uvést, nesmí individuální DFT překročit trojnásobek NDFT. Nedílnou součástí všech vrstev nátěrového systému musí být pásový nátěr. V průběhu aplikace musí být prováděno hodnocení WFT. Musí být dodržovány intervaly přetíratelnosti nátěrových hmot. Musí být dodržen časový interval mezi dokončením nátěrového systému a jeho expozicí v prostředí Im podle technických listů výrobce nebo specifikace [13].

### 6.2 Podmínky pro aplikaci

Průběžně musí být vyhodnocovány podmínky v místě provádění povlaků tak, aby bylo zajištěno splnění požadavků technických listů všech použitých materiálů, specifikací a tohoto technického předpisu. Během aplikace, zasychání a vytvrzování povlaků nesmí žádný vnější vliv způsobit snížení ochranné účinnosti povlaku. Práce musí být prováděny v oddělených prostorách nebo musí být zajištěno, že vlivy ostatních prací (stavební práce, otryskávání, svařování apod.) nebudou působit na jakost povlaku. Jestliže jsou během aplikace zjištěny nepříznivé povětrnostní podmínky a nebo pokud existuje pravděpodobnost nepříznivé změny počasí do dvou hodin po aplikaci, musí být práce zastaveny a čerstvě natřené povrchy dle možností ochráněny před vlivy degradujícími kvalitu povlaku. Podobně musí být žárově stříkané povlaky ochráněny alespoň utěšňovacím epoxidovým nebo polyuretanovým nátěrem. Nejnižší a nejvyšší přípustné teploty natíraného povrchu a okolní atmosféry, jakož i relativní vlhkost vzduchu, musí odpovídat údajům v technických listech použitých materiálů. Pokud technologické vlastnosti použitých materiálů neumožňují jinak, nesmí být nátěrové hmoty nebo žárově stříkané povlaky aplikovány za následujících podmínek:

- při nižších teplotách povrchu než 3°C nad rosným bodem nebo pokud je relativní vlhkost vzduchu vyšší než 80%

## Diplomová práce

- při nižších teplotách povrchu než +5°C (nátěrové hmoty), resp. -5 °C (žárově stříkané povlaky)
- při vyšších teplotách povrchu než +40°C (nátěrové hmoty),
- pokud se vyskytuje na povrchu voda ve formě deště, sněhu, námrazy, rosy apod.

Připouští se aplikace na vlhký povrch, pouze však u nátěrových hmot k tomu určených [13].

### 6.3 Způsoby nanášení

Dále uvedené specifikace nátěrových systému jsou vypracovány pro nominální tloušťky běžně dosahované bezvzduchovým stříkáním.

#### 6.3.1 Stříkání

Pro aplikaci základních nebo první vrstvy samozákladujících nátěrů se nepřipouští konvenční, pneumatické, nízkotlaké stříkání. Může být použito bezvzduchové (airless) nebo vzduchem usměrňované bezvzduchové (airless+) stříkání, bezvzduchové stříkání za horka, u dílensky prováděných nátěrů i stříkání elektrostatické. Aplikace dalších vrstev nátěrového systému je možná všemi dostupnými technologiemi stříkání, při zachování požadavků technických listů použitých hmot. Viskozita nátěrových hmot, velikost a typ trysky, tlak při stříkání, teplota nátěrové hmoty, vzdálenost trysky od podkladu, úhel stříkání musí být v souladu s doporučeními výrobce a současně zvoleny tak, aby došlo k vytvoření rovnoměrného a souvislého povlaku požadované tloušťky. Nátěrové hmoty, které vykazují sklon k usazování, musí být kontinuálně míchány pomaloběžným míchadlem.

#### 6.3.2 Natírání štětcem

Štětce musí být vhodné pro konkrétní aplikaci. Použití je nutné pro pásové nátěry, možné na malých plochách, pokud při aplikaci stříkáním hrozí neúměrně vysoké ztráty nátěrových hmot, při místních opravách apod.

#### 6.3.3 Nanášení válečkem

Nanášení válečkem nesmí být použito pro zhotovení základního nebo první vrstvy samozákladujícího nátěru. Nátěrové hmoty musí být pro tento způsob nanášení vhodné, typ a rozměry válečku musí vyhovovat konkrétní aplikaci.

### 6.3.4 Ostatní způsoby nanášení

Jiné způsoby aplikace nátěrových hmot jsou možné pouze tehdy, vyhovují-li specifikacím výrobce použitého materiálu.

### 6.3.5 Navalováním

Je vhodná na rovinné plochy – dynamové a transformátorové plechy, obaly, linolea, papírové lepenky, dřevotřískové desky, dýhy, nábytek. Předností jsou malé ztráty při nanášení 2-5%, dokonalá automatizace. Používá se třech válců. Tloušťka se reguluje pomocí vzdáleností válců od povrchu, rychlostí a směrem.

### 6.3.6 Namáčením

Daný předmět se ponoří do nádrže s barvou a potom se rovnoměrnou rychlostí vynoří. Po vynoření se přebytečná hmota steče a zbytek vytvoří nátěr. Používá se ve velkosériové výrobě- odlitky, díly jízdních kol, v automobilovém průmyslu apd.

## 7 VOC (Volume Organic Components) – obsah těkavých látek.

Oblast základních ekologických parametrů nátěrových hmot stále přináší nové provozní úpravy. Ty jsou úzce spjaty s vývojem daného sektoru služeb jak z pohledu Evropské unie, tak ČR. Příspěvek se zaměřuje na lakovny, které se zabývají povrchovými úpravami vozidel nebo jejich částí, a to opravárenské, výrobní či kombinované. V současné době platí pro povrchové úpravy podmínky podle novely české vyhlášky MŽP č. 355/2002 ve smyslu vyhl. 509/2005 ze dne 12. 12. 2005.

**Parametr VOC** (Volume Organic Components) – obsah těkavých látek v g/litr směsi nátěrové hmoty nebo chemického prostředku či přísady, připravených k aplikaci (RFU – Ready for use) a obsahujících tedy i veškeré komponenty, pokud jsou nutné (např. ředidlo, tužidlo, přísady). Od 1.1.2007 platí tyto limity:

- čističe speciální (nestandardní) 850
- čističe standardní 200
- tmely 250
- základové barvy, základové plniče a plniče standardní 540

## Diplomová práce

- základové barvy, základové plniče reaktivní a adhezivní (nestandardní) 780
- vrchní laky a bezbarvé krycí laky 420 speciální přísady 840

Tento parametr platí pro veškeré kategorie lakoven.

### Vývoj v EU a ČR

V rámci EU mají výrobní a zpracovatelské firmy 5 – 10 let na to, aby přešly na systémy HD nové generace. U nás je postup razantnější – české firmy na to mají 1 až 2 roky. Podle novelizace vyhlášky MŽP č. 355/2002 ve smyslu vyhl. 509/2005 už nesmějí být neekologické (s limity těkavých látek nad nově stanovené hodnoty) nátěrové hmoty s datem výroby po 1.1.2007 dováženy pro účely opravárenství (Reifinish), lze je tak využít jen pro účely výrobní (Industry). Naopak, pro opravárenské lakování se dají nasadit pouze produkty s nově stanovenými limity těkavých látek. Do konce roku 2007 tak ze skladů všech distributorů a lakoven, zabývajících se odbytem či zpracováním nátěrových hmot pro opravy laků vozidel, musí zmizet neekologické produkty. Zvláštní pozici ale mají: dovozci nátěrových hmot. Ti mohou neekologické nátěrové hmoty nadále dodávat přímo (s vyloučením mezičlánků-distributorů) výrobním lakovnám, opravárenským lakovnám pak jen v odůvodněných případech (např. na rekonstrukce veteránů, a to na základě dovozních licencí na konkrétní zakázky) formou jednorázových licenčních povolení pro konkrétní zakázky, přičemž distributorům či opravárenským lakovnám smějí dodávat neekologické produkty pouze s výrobním datem do 31. 12. 2006.

### Vliv nátěrových hmot na životní prostředí

Většina nátěrových hmot obsahuje značné množství škodlivých látek. Jejich neblahý vliv na životní prostředí i lidské zdraví se projevuje už při výrobě, použití i při jejich likvidaci (odstraňování a zneškodňování starých nátěrů). Hlavním zdrojem rizika jsou především těkavé organické látky (označované jako VOC), zbytky monomerů z polymeračních systémů nátěrových hmot a některé sloučeniny těžkých kovů. Těkavé organické látky používané jako rozpouštědla a ředidla tvoří často 40-60% hmotnosti celého výrobku.

Těkavé organické látky najdeme i ve většině vodou ředitelných nátěrových hmot. Jejich objem je však zhruba třetinový oproti ostatním nátěrovým hmotám.

Organická rozpouštědla halogenovaná (obsahující v molekulární struktuře fluor nebo chlor) za specifických podmínek v ovzduší reagují a dávají vznik velmi nebezpečným

## Diplomová práce

sloučeninám, účinným již při nízkých koncentracích (např. dioxiny). Rozpouštědla na bázi aromatických uhlovodíků (mají v molekulární struktuře benzen) se podílejí na vzniku "fotochemického smogu", který mimo jiné zhoršuje zdravotní stav osob s nemocemi dýchacích cest a srdce. Kromě toho páry organických rozpouštědel negativně ovlivňují ozonoféru Země.

Při roční spotřebě 100 000 t nátěrových hmot v České republice unikne do ovzduší až 50 000 t organických rozpouštědel.



## 8 Metodika experimentální práce

Stanovení prachu na podkladovém materiálu otrýskání dle ČSN EN ISO 8502-3

Měření drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287

Stanovení tloušťky mokré a suché vrstvy nátěrového systému dle ČSN EN ISO 2808

Ponorová zkouška v solném roztoku dle ČSN EN ISO 11130 – *Koroze kovů a slitin*

Stanovení přilnavosti nátěrového systému:

Odtrhová zkouška dle ČSN EN ISO 16276-1

Mřížková zkouška dle ČSN EN ISO 16276-2

Hodnocení stupně delaminace a koroze v okolí řezu dle ČSN EN ISO 4628-8

## 9 Popis a vyhodnocení experimentálních prací

Cílem diplomové práce bylo porovnání odolnosti nátěrových systémů vůči solnému roztoku, který se běžně používá k postřiku dopravních komunikací v zimních měsících. Zároveň se hodnotil vliv posypové soli na tvorbu patiny na patinujících ocelích, které se používají při stavbě mostních konstrukcí.

### 9.1 Použité podkladové ocelové materiály

Podkladové materiály ocelí typu Atmosfix, byly dodány ze společnosti MMV s. r. o. Jedná se o tři typy modifikovaných zkušebních taveb. Tyto zkušební vzorky byly nastříhány na rozměr 100 x 150 x 5 mm.

- a) ocelové plechy s obchodním označením Atmosfix tavba 7 (DTP 3417)
- b) ocelové plechy s obchodním označením Atmosfix tavba 8 (DTP 3418)
- c) ocelové plechy s obchodním označením Atmosfix tavba 9 (DTP 3419)

d) ocelové plechy s obchodním označením S235JR-UNIV (DTP 0642)

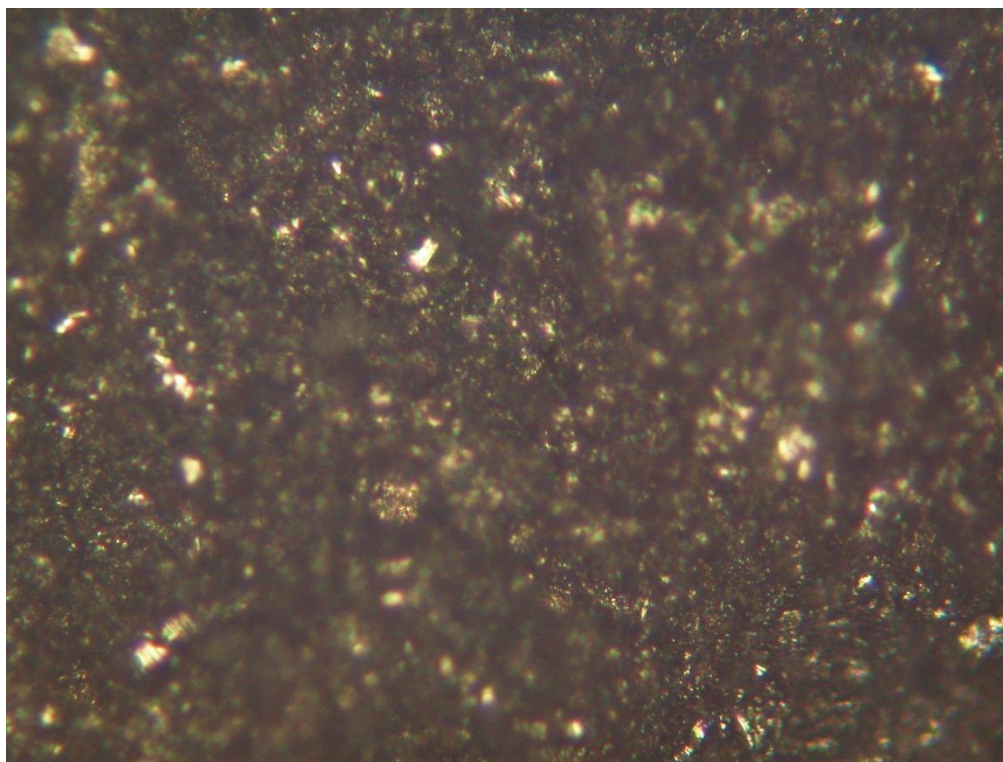
## 9.1.1 Podkladové materiály typu Atmosfix

Podkladové materiály typu Atmosfix, byly dodány ze společnosti MMV s. r. o. Jedná se o tři typy modifikovaných zkušebních taveb. Tyto zkušební vzorky byly nastříhány na rozměr 100 x 150 x 5 mm.

### Chemické složení poloprovozních taveb patinujících ocelí

**Tabulka 1** - Chemické složení materiálu Atmosfix tavba 7

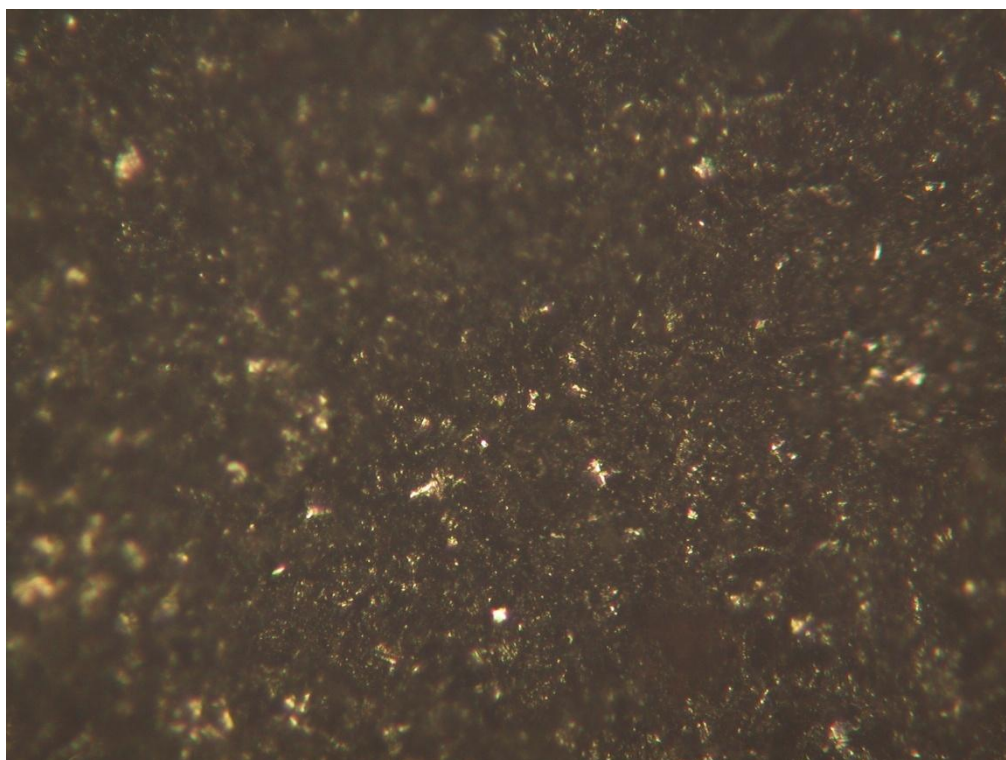
Obchodní označení	Obsah jednotlivých prvků v oceli (DTP 3417) [hm. %]						
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr
ATMOFIX tavba 7	0,05	0,9	0,5	0,03	0,005	0,01	0,55
	Mo	Cu	V	Ti	Nb	Al	B
	0,005	0,3	0,005	0,019	0,05	0,05	0,0003



**Obrázek 3** – Mikrosnímek otryskaného povrchu při zvětšení 100x z tavby 7

**Tabulka 2** - Chemické složení materiálu Atmofix tavba 8

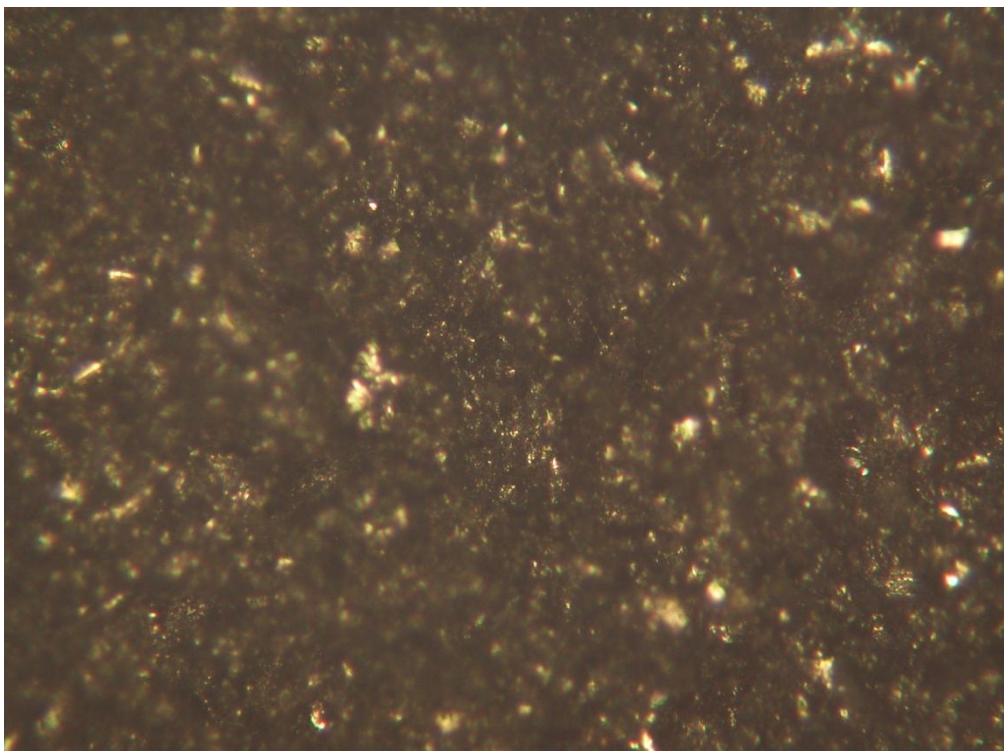
Obchodní označení	Obsah jednotlivých prvků v oceli (DTP 3418) [hm. %]						
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr
ATMOFIX tavba 8	0,08	1,2	0,7	0,01	0,005	0,01	0,2
	Mo	Cu	V	Ti	Nb	Al	B
	0,005	0,3	0,005	0,019	0,05	0,7	-



**Obrázek 4** – Mikrosnímek otryskaného povrchu při zvětšení 100x z tavby 8

**Tabulka 3** - Chemické složení materiálu Atmofix tavba 9

Obchodní označení	Obsah jednotlivých prvků v oceli (DTP 3419) [hm. %]						
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr
ATMOFIX tavba 9	0,08	1,2	0,7	0,01	0,005	0,01	0,2
	Mo	Cu	V	Ti	Nb	Al	B
	0,005	0,3	0,005	0,019	0,05	0,7	-



*Obrázek 5 – Mikrosnímek otryskaného povrchu při zvětšení 100x z tavby 9*

### 9.1.2 Podkladový materiál z uhlíkové oceli

Pro porovnání chování patinujících ocelí typu Atmosfix byla použita uhlíková ocel S235JR-UNIV, která se používá pro běžné konstrukce.

*Tabulka 4 - Chemický rozbor plechu o jakosti S235JR-UNIV*

Obchodní označení	Obsah jednotlivých prvků v oceli (DTP 0642) [hm.%]						
	C	Mn	Si	P	S	N	Cu
S235JR-UNIV	0,14	0,55	19	0,031	0,03	0,01	0,38



## 9.2 Použité nátěrové systémy

### a) Amercoat 450 S

Amercoat 450S je alifatický polyuretanový vysoce lesklý vrchní nátěr používaný s nejrůznějšími základními a mezivrstevovými nátěry [příloha č. 1].

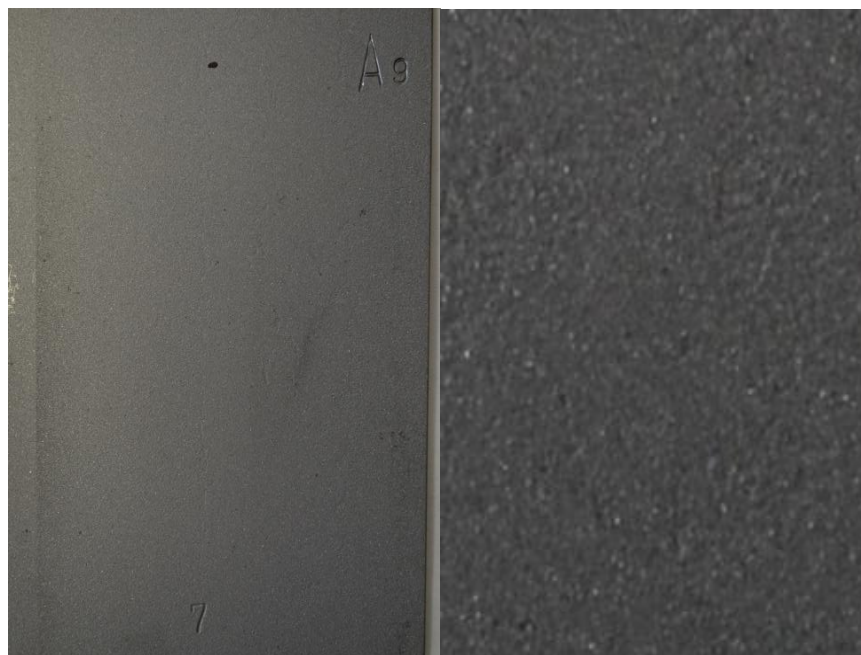
### b) Amershield

Amershield je víceúčelová vysokosušinná nátěrová hmota na bázi alifatického polyuretanu, použitelná jako jednvrstvý nátěr s velkou ochrannou účinností [příloha č. 2].

## 9.3 Příprava zkušebních vzorků

Podkladové materiály typu ATMOFIX a uhlíkové oceli byly před aplikací nátěrových systémů mechanicky očištěny otryskáváním. Vzorky byly otryskány korundem dle ČSN EN ISO 8501 na stupeň otryskání Sa 2 ½ - velmi důkladné otryskání, což dle normy je charakterizováno: Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch zbaven viditelných olejů, mastnoty a nečistoty, okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbylé stopy nečistot musí vykazovat pouze lehké zabarvení ve formě skvrn nebo pruhů.

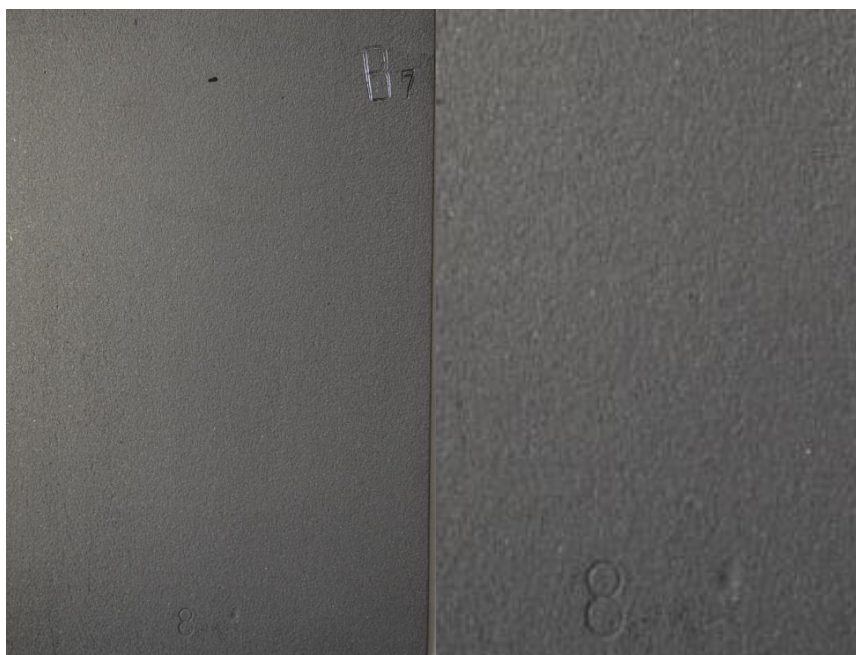
Zkušební tavba 7 podkladového materiálu typu Atmofix ze společnosti MMV s. r. o.



**Obr. 6** - Povrch vzorku tavby 7, vlevo zvětšení 0 a vpravo 100x

## Diplomová práce

- b) Zkušební tavba 8 podkladového materiálu typu Atmofix ze společnosti MMV s. r. o.



**Obr. 7** - Povrch vzorku tavby 8, vlevo zvětšení 0 a vpravo 100x

- c) Zkušební tavba 9 podkladového materiálu typu Atmofix ze společnosti MMV s. r. o.



**Obr. 8** - Povrch vzorku tavby 9, vlevo zvětšení 0 a vpravo 100x

### e) Podkladový materiál z uhlíkové oceli



**Obr. 9** - Povrch vzorku tavby 7, vlevo zvětšení 0 a vpravo 100x

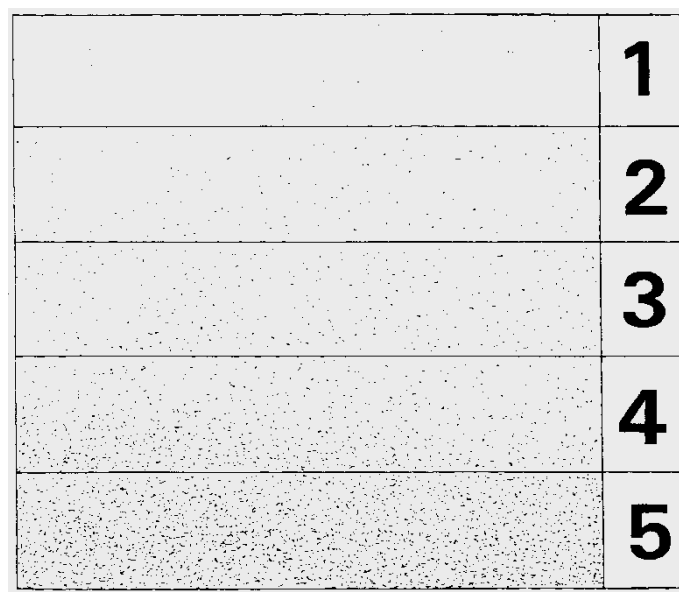
Stanovení prachu na podkladovém materiálu dle ČSN EN ISO 8502-3. Při stanovení prachu na podkladovém materiálu připraveném pro aplikaci nátěrového systému dle ČSN EN ISO 8502-3 se hodnotí množství a velikost prachových částic metodou snímací samolepící pásky[12].

#### **Použitý materiál:**

- samolepící průhledná páska o šířce 25 mm
- lupa o zvětšení 10 x
- kontrastní papír

#### **Postup:**

1. Na suchý povrch se nalepí průhledná samolepící páska, prstem se vyhladí a pevně přitlačí
2. Páska se odstraní a nalepí se na kontrastní papír
3. Dle obrázkové stupnice uvedené v normě ČSN EN ISO 8502-3 se vyhodnotí množství prachových částic a velikosti prachových částic se zařadí do příslušné třídy



**Obr. 10** – Obrázková stupnice odpovídající množství prachu dle označení 1, 2, 3, 4 a 5 [12].


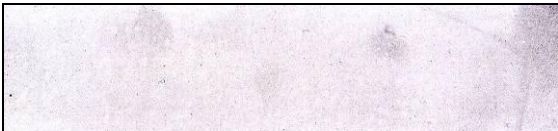

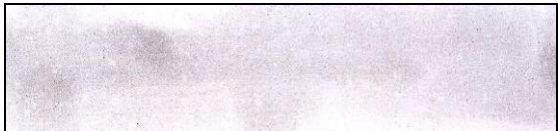
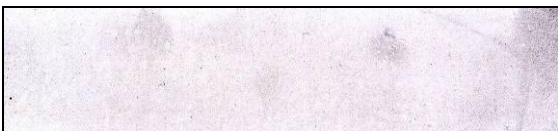


Z dodaných vzorků se odebraly tři reprezentativní vzorky daného druhu podkladového materiálu, na kterých bylo provedeno hodnocení velikosti a množství prachových částic na ocelovém povrchu dle ČSN EN ISO 8502-3. Pro každý typ povrchu byly provedeny tři hodnocení, které jsou uvedeny níže v tabulce 6 s grafickým znázorněním adhezivní pásky.



**Tabulka 5** – Třídy velikosti prachových částic [8]

<b>Třída</b>	<b>Popis prachových částic</b>
<b>0</b>	částice neviditelné při zvětšení 10 x
<b>1</b>	částice viditelné při zvětšení 10 x, ale ne prostým okem (obvykle částice menší než 50 µm v průměru)
<b>2</b>	částice již viditelné prostým okem (obvykle částice mezi 50 µm a 100 µm v průměru)
<b>3</b>	částice jasně viditelné prostým okem (částice od 0,5 mm v průměru)
<b>4</b>	částice mezi 0,5 a 2,5 mm v průměru
<b>5</b>	částice větší než 2,5 mm v průměru






**Tabulka 6** – Tabulka hodnocení množství a velikosti prachových částic [6].

Typ ocelové povrchu	Hodnocení množství prachových částic (obr. 10)	Hodnocení velikosti prachových částic (tabulka 8)	Grafické znázornění
Atmofix tavba 7	5	1	
	5	1	
	5	1	
Atmofix tavba 8	5	1	
	5	1	
	5	1	
Atmofix tavba 9	5	1	

	5	1	
	5	1	

Pokračování z Tabulky 6

**Tabulka 7** – Tabulka hodnocení množství a velikosti prachových částic dle ČSN EN ISO 8502-3 [6].

Typ ocelové povrchu	Hodnocení množství prachových částic (obr.10)	Hodnocení velikosti prachových částic (Tabulka 8)	Grafické znázornění
<b>S235JR-UNIV</b>	5	1	
	5	1	
	5	1	

#### 9.4 Stanovení drsnosti povrchu dle ČSN EN ISO 4287

Pro měření drsnosti povrchu podkladových materiálů po otryskání byl použit drsnoměr Mitutoyo Surftest SJ-301. Jedná se o přístroj s digitálním výstupem dat pracující na principu dotykové metody. Nastavení parametrů pro měření drsnosti bylo pro použité podkladové materiály Atmofix je uvedeno v Tabulce 8 a pro S235JR-UNIV v Tabulce 9.

**Tabulka 8 - Parametry nastavení drsnoměru Mitutiyo SurfTest SJ-301**

Work Name	Measuring Tool	Standard	Profile	Range
Sample	SurfTest SJ-301	ISO 1997	R	Auto
Operator	Comment	N	$\lambda c$	Filter
Mitutoyo	Ver 2.1	1	2,5 mm	GAUSS

**Tabulka 9 - Parametry nastavení drsnoměru Mitutiyo SurfTest SJ-301**

Work Name	Measuring Tool	Standard	Profile	Range
Sample	SurfTest SJ-301	ISO 1997	R	Auto
Operator	Comment	N	$\lambda c$	Filter
Mitutoyo	Ver 2.1	5	2,5 mm	GAUSS

**Měřené parametry drsnosti:**

Ra – průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu [ $\mu\text{m}$ ],

Rz – nejvyšší výška profilu [ $\mu\text{m}$ ],

Rq – průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu [ $\mu\text{m}$ ],

Rp – nejvyšší výška výstupku profilu [ $\mu\text{m}$ ],

Rv – největší hloubka prohlubně profilu [ $\mu\text{m}$ ],

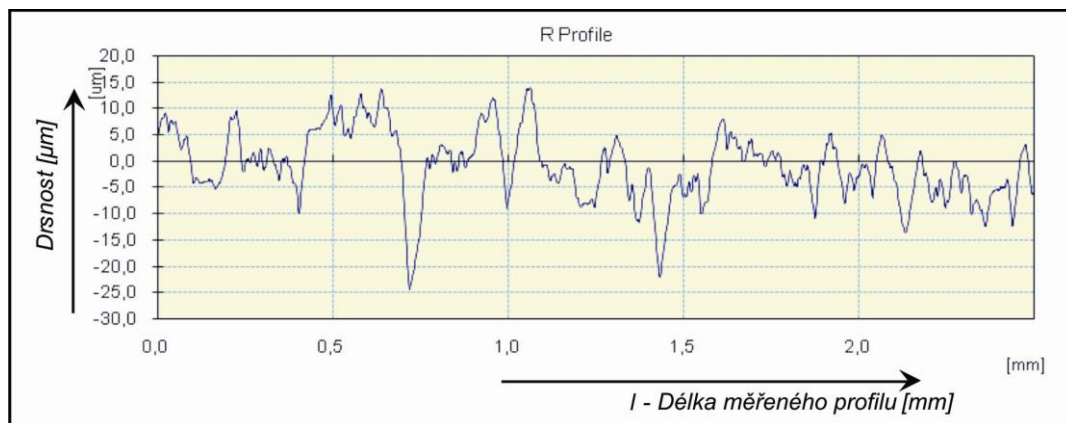
Rsk – šikmost posuzovaného profilu (součinitel asymetrie) [-],

Rku – špičatost posuzovaného profilu [-],

$\lambda c$  – délka měřeného úseku [mm]. [citace norma ČSN EN ISO 4287]

**Tabulka 10 - Naměřené hodnoty drsnosti na podkladovém materiálu zkušební tavby 7**

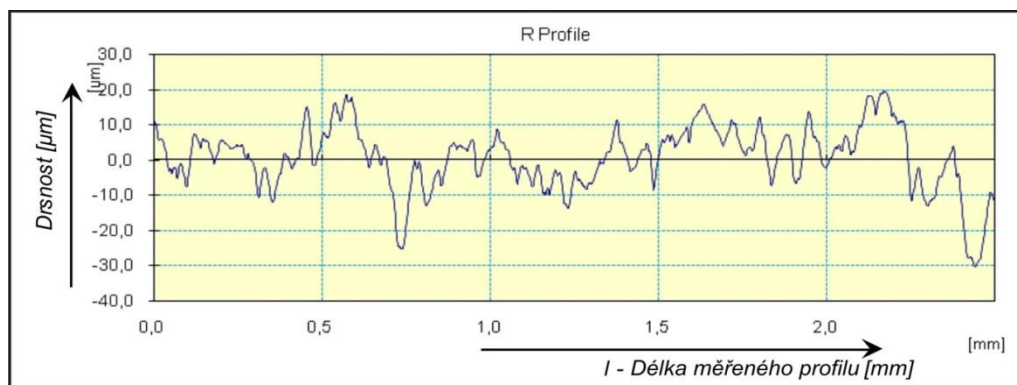
<b>Vzorek:</b>	<b>7A</b>						
<b>Parametry:</b>	$\lambda c = 2,5 \text{ mm}$ , $l = 2,5 \text{ mm}$						
Měření	Ra [ $\mu\text{m}$ ]	Rz [ $\mu\text{m}$ ]	Rq [ $\mu\text{m}$ ]	Rp [ $\mu\text{m}$ ]	Rv [ $\mu\text{m}$ ]	Rsk [-]	Rku [-]
1	4,96	35,58	6,35	16,34	19,24	-0,38	3,20
2	4,17	32,98	5,36	15,74	17,24	0,25	3,27
3	4,98	36,84	6,46	21,46	15,38	0,28	3,80
4	4,32	17,66	5,34	13,15	14,50	-0,30	2,61
5	5,70	38,58	7,26	18,52	20,05	0,64	2,90
6	4,07	29,99	5,28	15,32	14,67	-0,01	3,27
7	4,91	34,03	6,13	20,29	13,74	0,49	3,36
8	5,15	38,46	6,59	13,95	24,52	-0,73	3,72
9	4,33	29,44	5,49	12,42	17,02	-0,60	2,97
10	6,46	45,81	8,42	16,05	29,76	-0,98	3,69
<b>Ø</b>	<b>4,91</b>	<b>33,94</b>	<b>6,27</b>	<b>16,32</b>	<b>18,61</b>	<b>-</b>	<b>3,28</b>



**Graf 1-** Grafické znázornění drsnosti na podkladovém materiálu zkušební tavby 7

**Tabulka 11** - Naměřené hodnoty drsnosti na podkladovém materiálu zkušební tavby 8

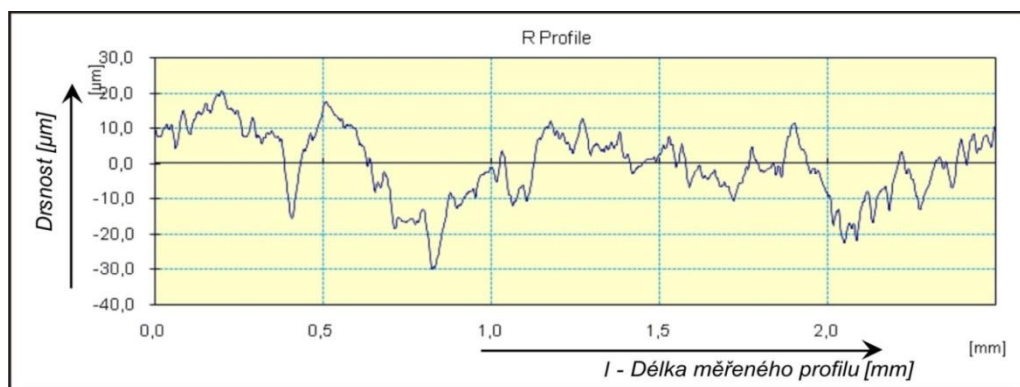
<b>Vzorek:</b>	<b>8B</b>						
<b>Parametry:</b>	$\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ , $l = 2,5 \text{ mm}$						
<b>Měření</b>	<b>Ra [μm]</b>	<b>Rz [μm]</b>	<b>Rq [μm]</b>	<b>Rp [μm]</b>	<b>Rv [μm]</b>	<b>Rsk [-]</b>	<b>Rku [-]</b>
1	6,98	42,57	8,97	19,97	22,60	-0,47	2,86
2	8,20	51,03	10,12	22,86	28,17	-0,39	2,96
3	7,27	53,25	9,22	24,96	28,29	0,66	3,53
4	9,05	56,44	11,16	33,18	23,27	0,67	2,85
5	8,29	62,72	11,06	23,54	39,18	-1,21	4,22
6	9,18	59,09	11,64	22,05	37,04	-0,53	3,30
7	8,97	60,90	11,45	23,74	37,16	-0,78	3,58
8	6,94	50,33	8,87	22,91	27,43	-0,02	3,23
9	8,60	59,91	11,20	24,85	35,06	-0,49	3,60
10	6,87	49,77	9,00	19,37	30,39	-0,51	4,11
<b>Ø</b>	<b>8,04</b>	<b>54,60</b>	<b>10,27</b>	<b>23,74</b>	<b>30,86</b>	<b>-</b>	<b>3,42</b>



**Graf 2** - Grafické znázornění drsnosti na podkladovém materiálu zkušební tavby 8

**Tabulka 12** - Naměřené hodnoty drsnosti na podkladovém materiálu zkušební tavby 9

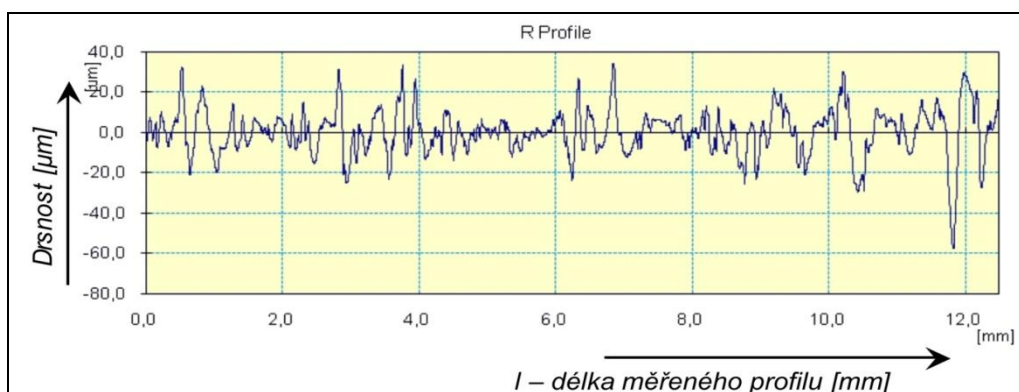
<b>Vzorek:</b>	<b>Zkušební tavba 9</b>						
<b>Parametry:</b>	$\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ , $l = 2,5 \text{ mm}$						
Měření	Ra [ $\mu\text{m}$ ]	Rz [ $\mu\text{m}$ ]	Rq [ $\mu\text{m}$ ]	Rp [ $\mu\text{m}$ ]	Rv [ $\mu\text{m}$ ]	Rsk [-]	Rku [-]
1	9,60	51,61	11,71	22,16	29,45	-0,43	2,37
2	7,35	52,97	9,39	29,81	23,16	0,79	3,34
3	10,84	64,76	13,98	24,78	39,98	-0,69	3,26
4	8,13	48,44	10,17	21,74	26,70	-0,86	2,71
5	8,72	47,33	10,49	24,70	22,62	0,08	2,23
6	9,16	48,21	10,74	21,82	26,39	-0,06	2,21
7	8,24	40,94	9,76	20,86	20,08	0,30	2,15
8	9,71	50,79	12,18	28,21	22,58	0,76	2,49
9	10,71	74,78	13,45	36,14	38,64	-0,28	2,96
10	8,43	55,30	10,65	19,84	35,46	-0,62	3,03
<b>Ø</b>	<b>9,09</b>	<b>53,51</b>	<b>11,25</b>	<b>25,01</b>	<b>28,51</b>	<b>-</b>	<b>2,68</b>



**Graf 3** - Grafické znázornění drsnosti na podkladovém materiálu zkušební tavby 9

**Tabulka 13** - Naměřené hodnoty drsnosti na podkladovém materiálu S235JR-UNIV

<b>Vzorek:</b>	<b>Uhlíková ocel</b>						
<b>Parametry:</b>	$\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ , $l = 12,5 \text{ mm}$						
Měření	Ra [ $\mu\text{m}$ ]	Rz [ $\mu\text{m}$ ]	Rq [ $\mu\text{m}$ ]	Rp [ $\mu\text{m}$ ]	Rv [ $\mu\text{m}$ ]	Rsk [-]	Rku [-]
1	8,12	61,29	10,48	24,85	24,88	-0,19	3,25
2	7,59	58,06	10,43	30,19	22,30,19	-0,39	5,17
3	8,22	60,77	10,94	31,17	31,17	0,13	3,86
4	9,04	74,02	11,49	25,62	25,62	-0,52	3,39
5	10,50	60,91	13,64	37,08	37,08	0,06	3,55
6	8,37	64,10	11,00	30,31	30,31	0,11	4,05
7	8,94	62,24	11,73	34,80	34,80	0,23	3,67
8	9,17	59,97	11,98	30,99	30,99	0,06	3,15
9	8,33	58,91	11,23	30,54	30,54	-0,08	3,91
10	8,20	53,40	10,75	31,18	31,18	-0,08	3,50
<b>Ø</b>	<b>8,65</b>	<b>61,37</b>	<b>11,37</b>	<b>30,67</b>	<b>27,66</b>	<b>-0,07</b>	<b>3,75</b>



**Graf 4** - Grafické znázornění drsnosti na podkladovém materiálu S235JR-UNIV

Hodnota průměrné aritmetické úchylky posuzovaného profilu ( $R_a$ ) je stanovena z deseti hodnot, protože přístroj není schopen vlivem velké a skokové nerovnosti měřit adekvátní hodnoty. Z tohoto důvodu bylo měření provedeno na mikroskopu CARL ZEISS JINA metodou světelného řezu.

## 9.5 Stanovení tloušťky mokré a suché vrstvy nátěru dle ČSN EN ISO 2808

Norma ČSN EN ISO 2808 Nátěrové hmoty – Stanovení tloušťky nátěru, popisuje metody stanovení tloušťky mokrého a suchého nátěrového filmu aplikovaného na podkladový materiál.

Pro odolnost kovového povrchu proti korozi má velký význam tloušťka nátěru. Dostatečná vrstva nátěru nepropouští vodu a je dobrou ochranou proti vnějším vlivům. Avšak nátěr není nikdy zcela nepropustný. Většina nátěrů propouští vodu (vodní páru) i vzdušný kyslík. Voda prochází nátěrem jen velmi pomalu. Vlivem atmosférických činitelů dochází ke střídavému pronikání vody a jejímu vysychání, takže voda dříve vyschne, než pronikne k základnímu nátěru. Z toho je zřejmé, že zde má významný vliv tloušťka nátěru.

Na odolnost nátěru působí nepříznivě póry v nátěrovém filmu, které mohou vést až k základnímu materiálu nebo zmenšovat celkovou tloušťku nátěru. Vnější korozní činitelé prostupují póry velmi rychle a mají zhoubné účinky na nátěr i kov. Od póru se šíří pod nátěrem a nátěr se odlupuje. Nátěry by proto měly být nepórovité. Pórovitost nátěrů je způsobena řadou vlivů, jako jsou velikost pigmentových zrn, pochody při zasychání, nerovnosti podkladu apod. Pórovitost lze zmenšit použitím tlustších nátěrů z několika vrstev. Při postupném nanášení několika vrstev se totiž značně zmenší pravděpodobnost, že se takové průchozí póry vyskytnou.



### 9.5.1 Tloušťka mokrého filmu – stanovení měřicím hřebenem

Tloušťka filmu je tloušťka povlaku naneseného na podklad mezi povrchem filmu a povrchem podkladu. Přístrojem je hřeben z korozivzdorné oceli, která není napadána rozpouštědly nátěrové hmoty. Vnější zuby hřebenu tvoří základní linii. Vnitřní zuby jsou postupně zkracovány tak, že tvoří odstup mezi základní linií zubů a daným zubem. Velikost každého odstupu se odečítá na stupnici přístroje [7].



**Obr. 11 - Měrka nátěrů**

Bezprostředně po nanesení nátěrové hmoty se hřeben pevně přitiskne k podkladu tak, že jeho zuby jsou kolmo k rovině povrchu. Hřeben se oddálí a určí se nejkratší zub, který je ještě potřísněn nátěrovou hmotou. Zaznamená se tloušťka, která odpovídá průměrné hodnotě mezi posledním nepotřísněným a prvním potřísněným zubem. Tato metoda byla použita pouze jako orientační při nanášení nátěrového systému na povrch vzorku proto, aby byla dodržena požadovaná tloušťka nátěru dle materiálového listu nátěrového systému. Pro měření byl použit měřicí hřeben: Měrka nátěrů – Bastro (rozsah 25–2000 μm). Dle požadavků výrobce nátěr. hmot byla stanovena tloušťka mokrého filmu pro jednotlivé nátěry viz. Tabulka 14. Aplikace nátěrových hmot probíhala tak, aby tloušťka byla dodržena.

*Tabulka 14 - Požadavek tloušťky mokrého nátěrového filmu*

Nátěrový systém	Požadovaná tloušťka mokrého filmu výrobcem (dvě vrstvy) [μm]	Tloušťka mokrého nátěrového filmu v první vrstvě [μm]	Tloušťka mokrého nátěrového filmu v druhé vrstvě [μm]	Celková tloušťka aplikovaného mokrého filmu [μm]
Amercoat 450 S	170	75	100	175
Amershield	320	150	175	325

### 9.5.2 Stanovení tloušťky suchého nátěru.

Stanovení tloušťky suché vrstvy nátěru dle normy – ČSN EN ISO 2808 - bylo provedeno pomocí digitálního tloušťkoměru **ELCOMETER 456** – přístroj pro měření síly povlaků (obr. 12) Na jednotlivých vzorcích bylo provedeno 10 měření tloušťky suché vrstvy nátěru. Měření probíhalo v určitých intervalech expozice v solné lázni, při měření byla provedena také fotodokumentace viz obrázky. Z těchto údajů byly udělány tabulky hodnot a grafy.

*Obr. 12 - Elcometer 456*



**Tabulka 15** - Požadavek tloušťky suchého nátěrového filmu

Nátěrový systém	Požadovaná tloušťka suchého nátěrového filmu výrobcem (dvě vrstvy) [μm]	Tloušťka suchého nátěrového filmu v první vrstvě [μm]	Tloušťka suchého nátěrového filmu v druhé vrstvě [μm]	Celková tloušťka aplikovaného suchého filmu [μm]
Amercoat 450 S	100	50	50	100
Amershield	250	125	125	250

Stanovené naměřené hodnoty tloušťky suché vrstvy nátěru výrobcem jsou v Tabulce 15 a skutečné hodnoty jsou uvedeny v kapitole 8.8 Tabulky 20 – 25.

## 9.6 Metodika urychlené laboratorní zkoušky – korozní zkouška v solné lázni

Metodika urychlené laboratorní zkoušky je modifikace zkušební metodiky dle normy ČSN EN ISO 11130 – *Koroze kovů a slitin* – Zkouška střídavým ponorem do solného roztoku. Předmětem normy je hodnocení korozní odolnosti kovů a povlaků vůči působení roztoku solí. Zkoušku lze aplikovat na kovy a slitiny, kovové nátěry a organické povlaky. Zkušební postup je zaměřen na odolnost vůči působení chemických rozmrazovacích látek. Při této zkoušce se použily zkušební vzorky o rozměrech 100 mm x 150 mm x 5 mm.

Zkouška v solné lázni – zkouška byla provedena v lázni, která se používá pro zimní postřik vozovek, o koncentraci chloridu sodného 20 %. Lázeň tvořila pitná voda z vodovodního řadu, smíchaná v poměru 10:2 s posypovou solí používanou na ostravských komunikacích při zimní údržbě. Vzorky byly ponořeny do solné lázně (obr. 13) po dobu 4 týdnů.

Expozice trvala 2, 8, 24, 48, 72, 168, 336, 504 a 672 hodin v 20 % roztoku NaCl. Po těchto hodinách byly jednotlivé vzorky postupně vytahovány ze solné lázně, kdy byla vytvořena fotodokumentace, měření povrchu.



*Obr. 13 - Uložení vzorků v solné lázni*

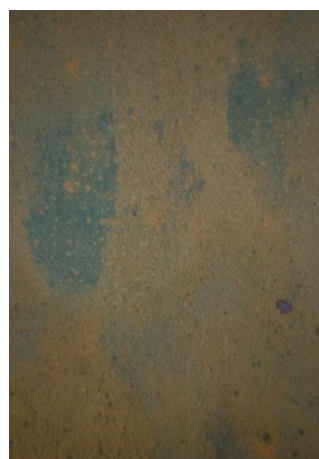
#### **9.6.1 Korozní zkouška v solné lázni – ocelové substrát bez aplikace nátěru**

Jako výchozí materiál pro zkoušku v solné lázni byly použity ocelové substráty jakosti S235JR-UNIV třídy 11(uhlíková ocel) a Atmofix třídy 15(patinující ocel), které byly následně zatíženy v solné lázni v určitých časových intervalech bez aplikací nátěrové hmoty (viz fotodokumentace). Korozní nárůst na jednotlivých vzorcích naměřených hodnot jsou uvedeny v Tabulkách 16 - 19.

**Nárůst korozní vrstvy podkladového materiálu S235JR-UNIV**



**Obr. 32** - Po 12 hodinách v solné lázni



**Obr. 33** - Po 72 hodinách v solné lázni



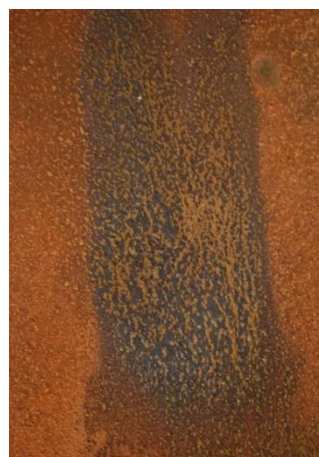
**Obr. 34** - Po 168 hodinách v solné lázni



**Obr. 35** - Po 336 hodinách v solné lázni



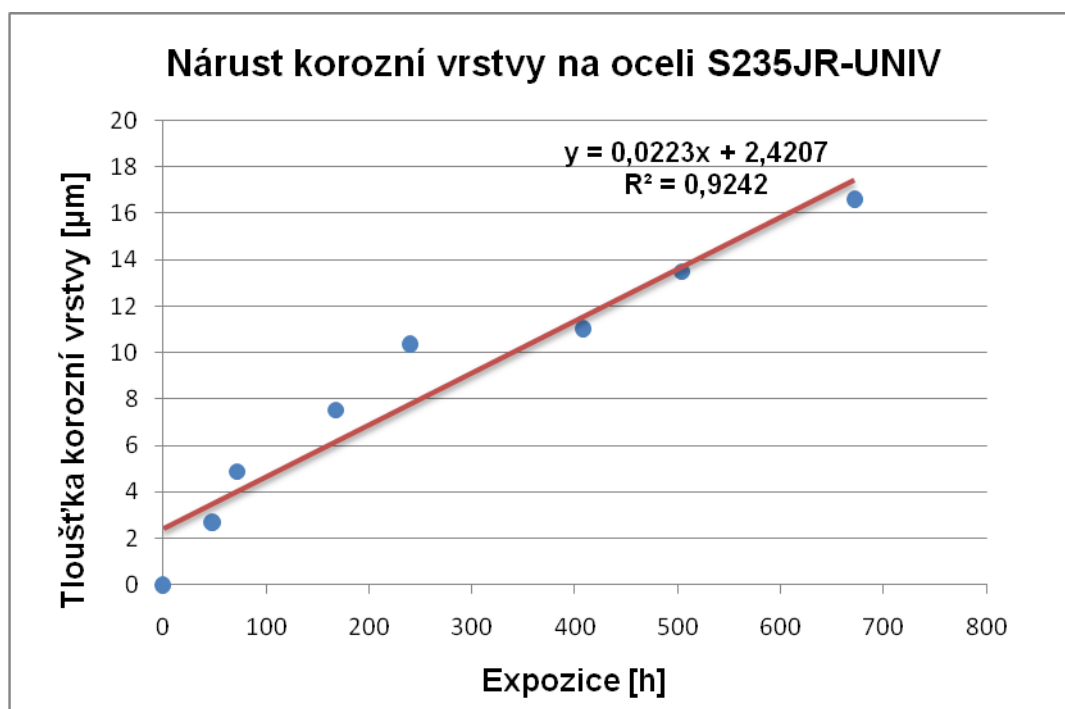
**Obr. 36** - Po 504 hodinách v solné lázni



**Obr. 37** - Po 672 hodinách v solné lázni

**Tabulka 16** - Udává výsledky naměřené tloušťky koroze [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti S235JR-UNIV po určitou dobu expozice v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0	48	72	168	240	408	504	672
1	16,70	18,40	27,60	19,20	23,60	26,30	27,00	30,80
2	7,50	15,60	15,20	26,60	37,30	22,50	25,70	25,80
3	10,60	17,20	24,00	22,70	26,10	25,00	44,90	37,90
4	22,70	23,90	21,00	13,40	22,60	20,30	24,10	30,80
5	9,10	21,40	16,80	31,60	31,60	29,30	24,20	38,20
6	16,00	13,70	18,60	17,80	18,50	25,30	28,20	28,10
7	15,70	10,50	13,50	31,00	18,30	22,40	23,50	37,90
8	18,80	18,10	19,70	22,10	19,30	34,70	34,20	28,00
9	13,20	23,50	16,80	15,10	31,70	21,10	23,70	33,20
10	15,60	10,50	21,30	21,60	20,60	29,30	25,10	21,20
<b>PRŮMĚR</b>	<b>14,59</b>	<b>17,28</b>	<b>19,45</b>	<b>22,11</b>	<b>24,96</b>	<b>25,62</b>	<b>28,06</b>	<b>31,19</b>
<b>Korozní vrstva</b>	<b>0</b>	<b>2,69</b>	<b>4,86</b>	<b>7,52</b>	<b>10,37</b>	<b>11,03</b>	<b>13,47</b>	<b>16,6</b>



**Graf č. 5** - Znáznorňuje průběh koroze vzorků jakosti S235JR-UNIV v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

**Nárůst korozní vrstvy podkladového materiálu Atmofix tavby 7**



**Obr. 14** - Po 12 hodinách v solné lázni



**Obr. 15** - Po 72 hodinách v solné lázni



**Obr. 17** - Po 168 hodinách v solné lázni



**Obr. 16** - Po 336 hodinách v solné lázni



**Obr. 18** - Po 504 hodinách v solné lázni

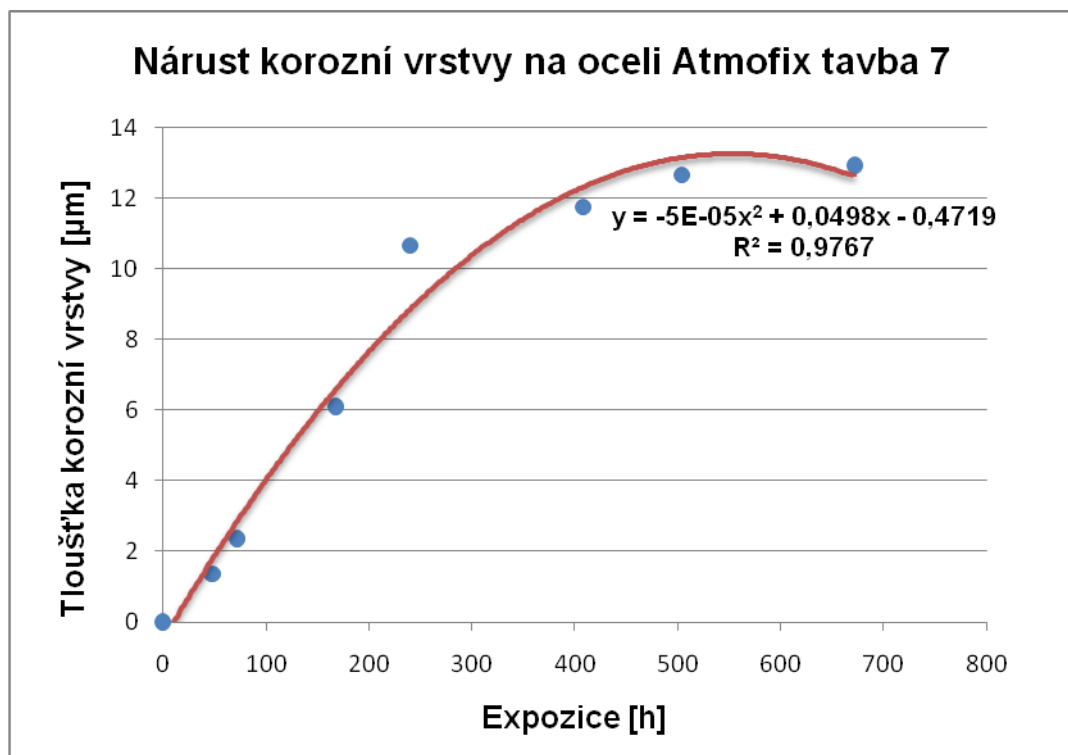


**Obr. 19** - Po 672 hodinách v solné lázni

## Diplomová práce

**Tabulka 17** - Udává výsledky naměřené tloušťky koroze [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmofix tavba 7 po určitou dobu expozice v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	4,30	6,80	15,30	19,20	14,10	13,70	16,60	16,50
2	3,80	11,60	9,50	11,50	17,40	19,50	23,60	18,30
3	6,10	6,00	6,60	17,20	18,60	14,70	12,20	20,20
4	6,40	4,50	10,60	9,60	15,10	15,40	18,60	15,60
5	5,00	6,50	6,00	13,00	12,60	15,70	17,10	18,00
6	8,50	6,80	4,10	9,10	15,10	17,70	17,00	19,10
7	4,20	5,20	9,30	11,60	17,40	16,40	19,00	18,10
8	5,00	7,70	7,40	7,90	20,60	19,50	15,70	18,80
9	4,40	5,30	3,90	8,70	15,20	18,90	21,60	18,50
10	6,40	7,30	5,10	7,30	14,50	20,10	19,30	20,30
<b>PRŮMĚR</b>	<b>5,41</b>	<b>6,77</b>	<b>7,78</b>	<b>11,51</b>	<b>16,06</b>	<b>17,16</b>	<b>18,07</b>	<b>18,34</b>
<b>Korozní vrstva</b>	<b>0</b>	<b>1,36</b>	<b>2,37</b>	<b>6,1</b>	<b>10,65</b>	<b>11,75</b>	<b>12,66</b>	<b>12,93</b>





**Graf č. 6** - Znáznorňuje průběh koroze vzorků jakosti Atmofix tavba 7 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

**Nárůst korozní vrstvy podkladového materiálu Atmofix tavby 8**



**Obr. 20** - Po 12 hodinách v solné lázni



**Obr. 21** - Po 72 hodinách v solné lázni

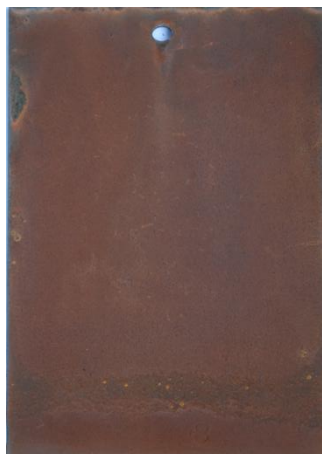


**Obr. 22** - Po 168 hodinách v solné lázni



**Obr. 23** - Po 336 hodinách v solné lázni

## Diplomová práce



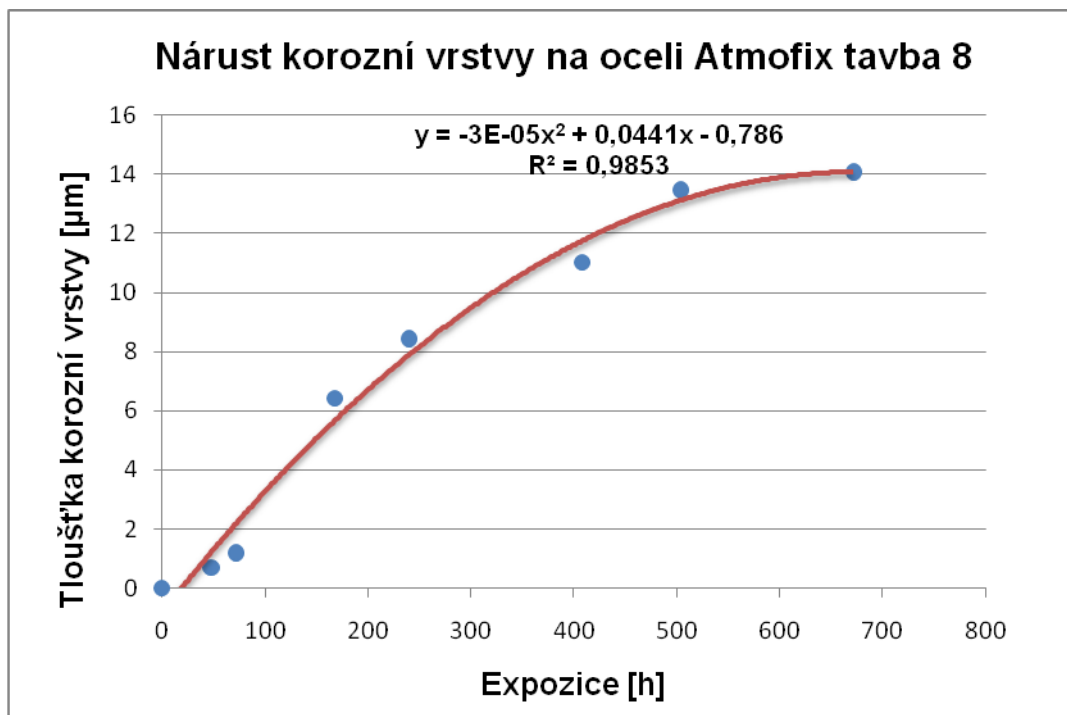
**Obr. 24** - Po 504 hodinách v solné lázni

**Obr. 25** - Po 672 hodinách v solné lázni

**Tabulka 18** - Udává výsledky naměřené tloušťky koroze [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmofix tavba 8 po určitou dobu expozice v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	4,7	4,6	3,4	15,7	20,8	15,5	16,1	19,6
2	6,5	3,7	5,5	11,2	13	15,1	15,5	17,4
3	3,5	4,5	4,4	16	10,1	10,1	18,9	18,9
4	6,6	8,1	4,5	13,1	9,8	13,8	17,7	17,8
5	8,4	11,6	15,1	15,5	15,2	20,5	22,9	18,5
6	3,2	3,6	6,4	12,5	7,4	19,3	17,9	22,9
7	3,9	3,4	3,9	11	17,3	15,6	18,2	18,2
8	5,8	5,7	8,5	8,3	16,2	18,3	23,9	23,9
9	6,3	9,1	3,4	6,3	11,9	18,5	17,2	17,2
10	4,1	5,6	9,9	7,6	15,6	16,6	19,5	19,5
<b>PRŮMĚR</b>	5,3	5,99	6,5	11,72	13,73	16,33	18,78	19,39
<b>Korozní vrstva</b>	0	0,69	1,2	6,42	8,43	11,03	13,48	14,09





**Graf č. 7** - Znázorňuje průběh koroze vzorků jakosti Atmofix tavba 8 v solné lázni v závislosti na tloušťce [μm].

**Nárůst korozní vrstvy podkladového materiálu Atmofix tavby 9**



**Obr. 26** - Po 12 hodinách v solné lázni

**Obr. 27** - Po 72 hodinách v solné lázni

## Diplomová práce



**Obr. 28** - Po 168 hodinách v solné lázni



**Obr. 29** - Po 336 hodinách v solné lázni



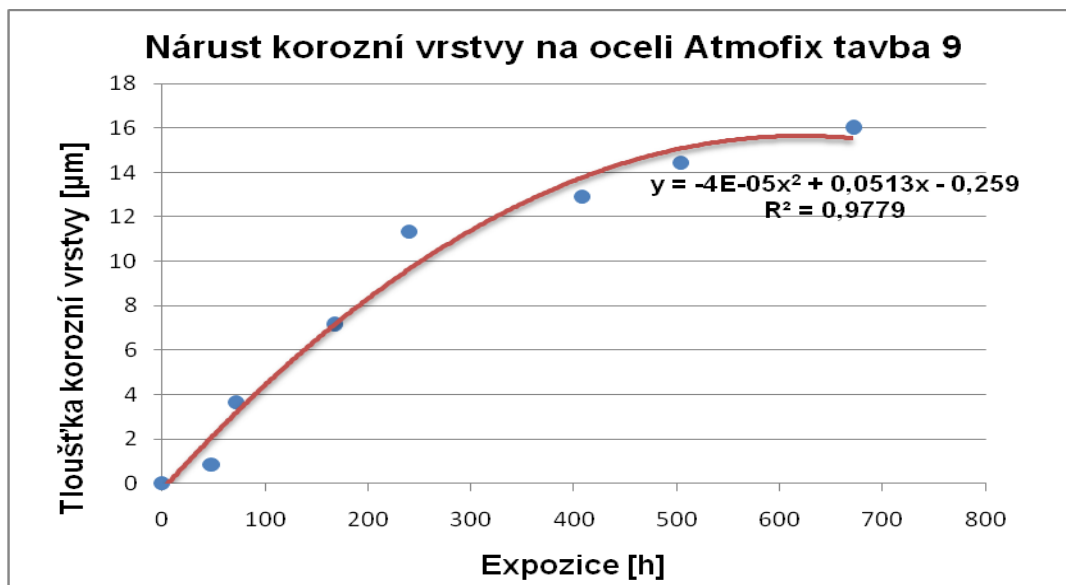
**Obr. 30** - Po 504 hodinách v solné lázni



**Obr. 31** - Po 672 hodinách v solné lázni

**Tabulka 19** - Udává výsledky naměřené tloušťky koroze [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmosfix tavba 9 po určitou dobu expozice v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	8,5	5,1	11,7	12,6	14	14,2	22,7	23,8
2	6,3	6,4	10,3	19,1	15,8	25,3	17	23,2
3	4,8	9,8	5,8	6,1	15,4	17,1	22,9	23,6
4	9,2	9	11	13,8	25,3	19,1	18,5	21
5	5,7	8,4	12,8	18,6	23,4	17,9	22,1	24,6
6	4,9	4,3	13	17	15,4	19,7	18,8	21,5
7	4,3	3,8	8,6	9,4	15,3	15,1	21,7	21,3
8	8,1	11,6	9	9,9	14,3	21,8	20,9	20,1
9	6,1	5,2	6,6	17,7	20,4	28	20	22,6
10	5,1	7,8	10,6	10,6	17,1	13,8	22,9	21,7
<b>PRŮMĚR</b>	6,3	7,14	9,94	13,48	17,64	19,2	20,75	22,34
<b>Korozní vrstva</b>	0	0,84	3,64	7,18	11,34	12,9	14,45	16,04



*Graf č. 8 - Znázorňuje průběh koroze vzorků jakosti Atmofix tavba 9 v solné lázni v závislosti na tloušťce [μm].*

## 9.7 Použité nátěrové systémy

### a) Amercoat 450 S - Alifatický polyuretan

Nátěrový systém se vyznačuje vynikající odolností proti klimatickým vlivům, vysokou houževnatostí, pružností a odolností proti otěru s výbornou stálostí barevného odstínu a lesku. Jako vrchní nátěrová hmota je vhodný pro aplikace v chemickém provozu, plošiny pro těžbu na moři, pro ocelové konstrukce v námořnictví, trupy lodí a jiné zařízení. Vyznačuje se vynikající odolností proti ultrafialovému záření. Další údaje o výrobku a instrukce pro aplikaci nátěrového systému jsou uvedeny v [Příloze č. 2].

### b) Amershiel - Alifatický polyuretan

Nátěrový systém s vysokým obsahem sušiny a se sníženým obsahem těkavých organických látek, který je možné aplikovat přímo na kov či beton bez základního nátěru. Vyznačuje se vysokou odolností proti oděru, úderu a spolehlivostí proti chemikáliím a vysokou odolností proti znečištění. V průmyslu se tento nátěrový systém používá pro ocelové konstrukce, potrubí, mosty, betonové podlahy, v chemickém průmyslu, atd. Další údaje o výrobku a instrukce pro aplikaci nátěrového systému jsou uvedeny v [Příloze č. 1].

# Diplomová práce

## Nátěrové systémy na podkladovém materiálu Atmofix tavby 7

### Vzorky před solnou lázní



**Amershield**



**Amercoat 450S**

### Vzorky ze solné lázně po 48 hodinách



**Amershield**



**Amercoat 450S**

## Diplomová práce

### Vzorky ze solné lázně po 168 hodinách



Amershield



Amercoat 450S

### Vzorky ze solné lázně po 336 hodinách



Amershield



Amercoat 450S

## Diplomová práce

### Vzorky ze solné lázně po 504 hodinách

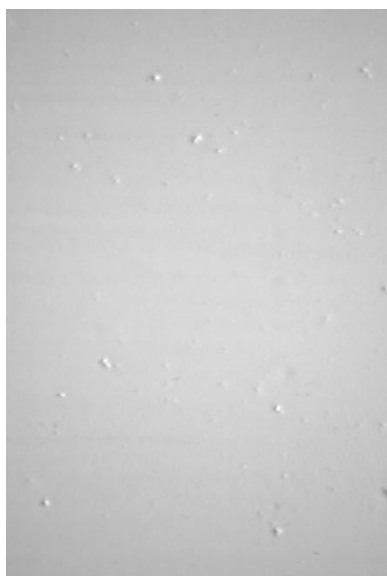


**Amershield**



**Amercoat 450S**

### Vzorky ze solné lázně po 672 hodinách



**Amershield**

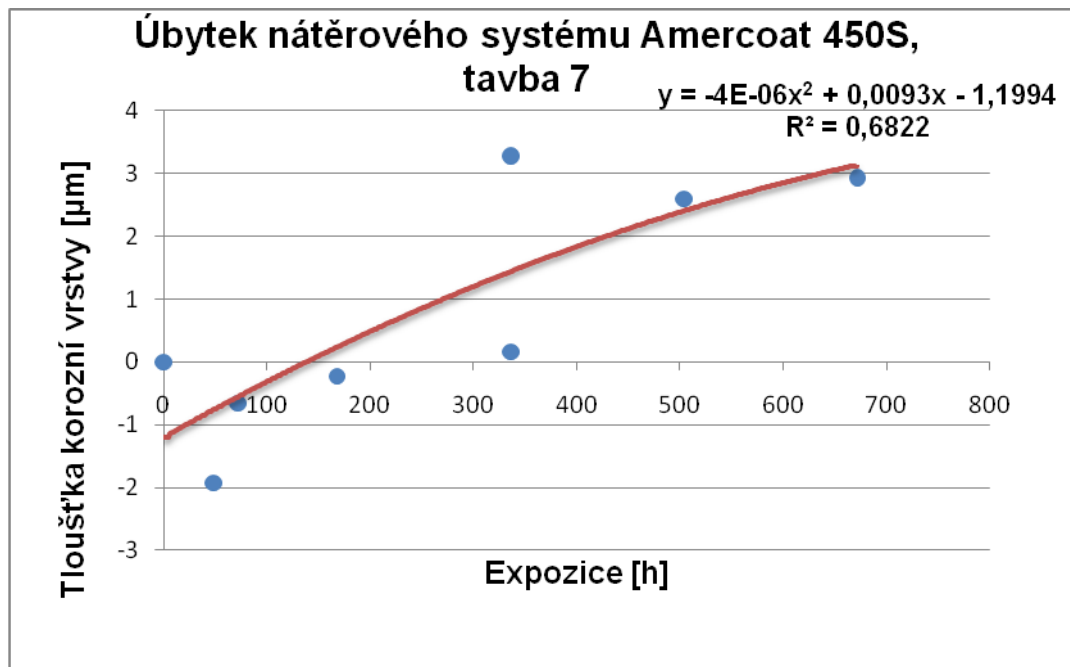


**Amercoat 450S**

## Nátěrový systém Amercoat 450S

**Tabulka 20** - Udává výsledky naměřené tloušťky nátěru [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmosfix tavba 7 po určitou dobu expozice (v hodinách) v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	108	98,4	103	102	93,1	102	94,3	96,2
2	94	101	116	98	98	105	103	115
3	117	97,9	97	103	119	108	98,7	110
4	97,8	112	91	105	98,7	102	93,1	103
5	110	96,2	112	106	104	103	118	120
6	98,1	101	84	101	102	103	110	95,1
7	98,6	102	103	106	99,3	102	107	109
8	104	88,1	96,4	92,4	110	99,9	110	95,1
9	98,4	97,3	94,3	90,7	89,9	105	94,1	99,4
10	82	95,1	105	102	95,7	111	106	94,8
<b>PRŮMĚR</b>	<b>100,83</b>	<b>98,9</b>	<b>100,17</b>	<b>100,6</b>	<b>100,99</b>	<b>104,11</b>	<b>103,42</b>	<b>103,76</b>
<b>Úbytek nátěru</b>	<b>0</b>	<b>-1,93</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,23</b>	<b>0,16</b>	<b>3,28</b>	<b>2,59</b>	<b>2,93</b>

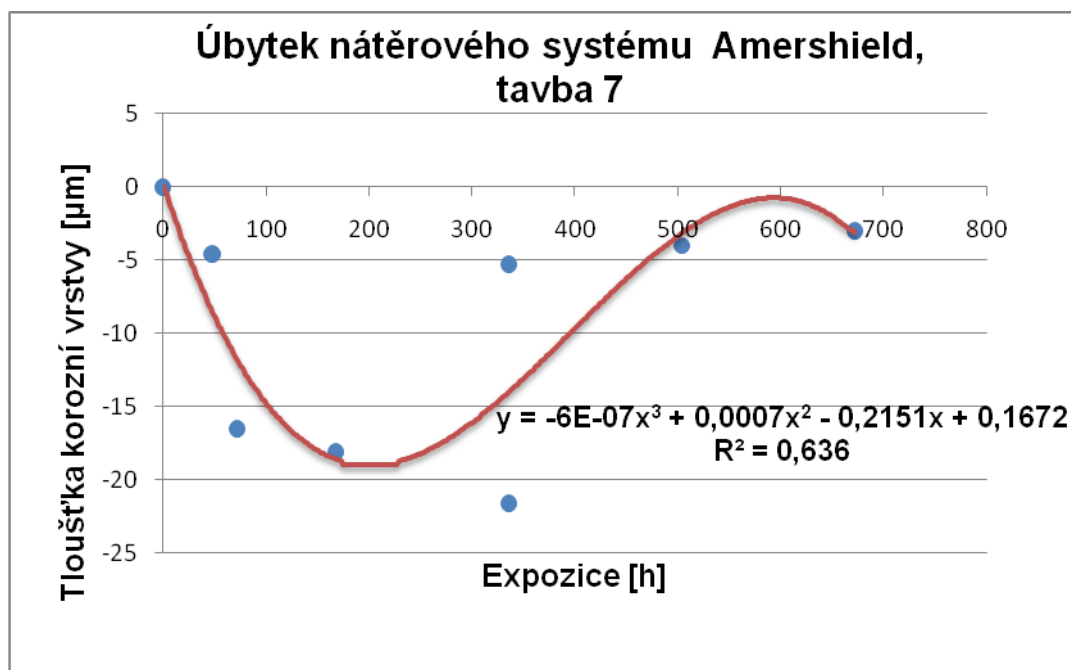


**Graf č. 8** - Znáznorňuje průběh úbytku nátěru Amercoat 450S na vzorcích jakosti Atmosfix tavba 7 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

## Nátěrový systém Amershield

**Tabulka 21** - Udává výsledky naměřené tloušťky nátěru [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmofix tavba 7 po určitou dobu expozice (v hodinách) v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	304	281	186	250	289	262	270	230
2	254	262	235	264	256	268	257	276
3	260	260	282	274	254	299	284	297
4	296	284	267	224	285	295	267	295
5	256	293	308	305	264	304	283	258
6	304	271	299	260	286	275	291	276
7	307	273	296	259	269	291	302	301
8	269	300	286	293	274	267	284	288
9	297	302	247	264	244	260	293	267
10	290	265	266	263	200	263	266	319
<b>PRŮMĚR</b>	283,7	279,1	267,2	265,6	262,1	278,4	279,7	280,7
<b>Úbytek nátěru</b>	0	-4,6	-16,5	-18,1	-21,6	-5,3	-4	-3



**Graf č. 9** - Znázorňuje průběh úbytku nátěru Amershield na vzorcích jakosti Atmofix tavba 7 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].



**Nátěrové systémy na podkladovém materiálu Atmofix tavby 8**

**Vzorky před solnou lázní**



**Amershield**



**Amercoat 450S**

**Vzorky ze solné lázně po 48 hodinách**



**Amershield**



**Amercoat 450S**

## Diplomová práce

### Vzorky ze solné lázně po 168 hodinách



**Amershield**



**Amercoat 450S**

### Vzorky ze solné lázně po 336 hodinách



**Amershield**



**Amercoat 450S**

## Diplomová práce

### Vzorky ze solné lázně po 504 hodinách



**Amershield**



**Amercoat 450S**

### Vzorky ze solné lázně po 672 hodinách



**Amershield**

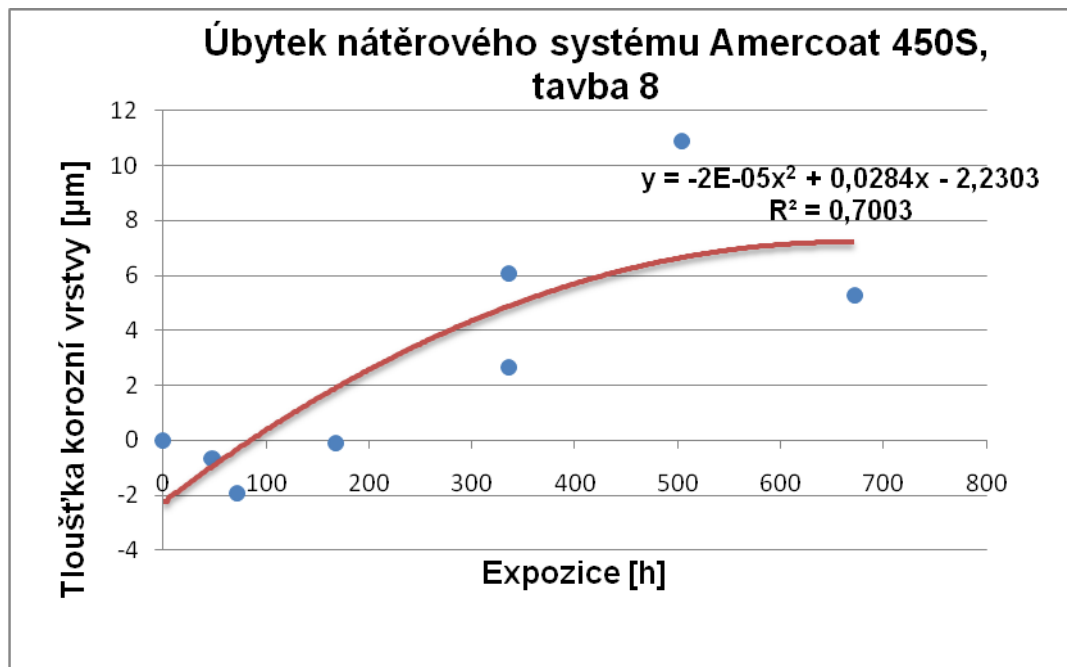


**Amercoat 450S**

## Nátěrový systém Amercoat 450S

**Tabulka 22** - Udává výsledky naměřené tloušťky nátěru [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmosfix tavba 8 po určitou dobu expozice (v hodinách) v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	104	106	115	103	121	109	107	103
2	102	120	101	109	118	116	106	120
3	117	113	98,7	106	117	116	114	109
4	104	108	108	106	106	109	102	118
5	112	110	106	95,3	120	119	207	112
6	108	109	117	113	98	116	115	114
7	111	108	108	114	116	120	121	113
8	118	112	106	105	101	115	111	121
9	111	87,6	97,2	111	123	121	103	110
10	96,2	103	107	120	89,8	103	106	116
<b>PRŮMĚR</b>	108,32	107,66	106,39	108,23	110,98	114,4	119,2	113,6
<b>Úbytek nátěru</b>	0	-0,66	-1,93	-0,09	2,66	6,08	10,88	5,28

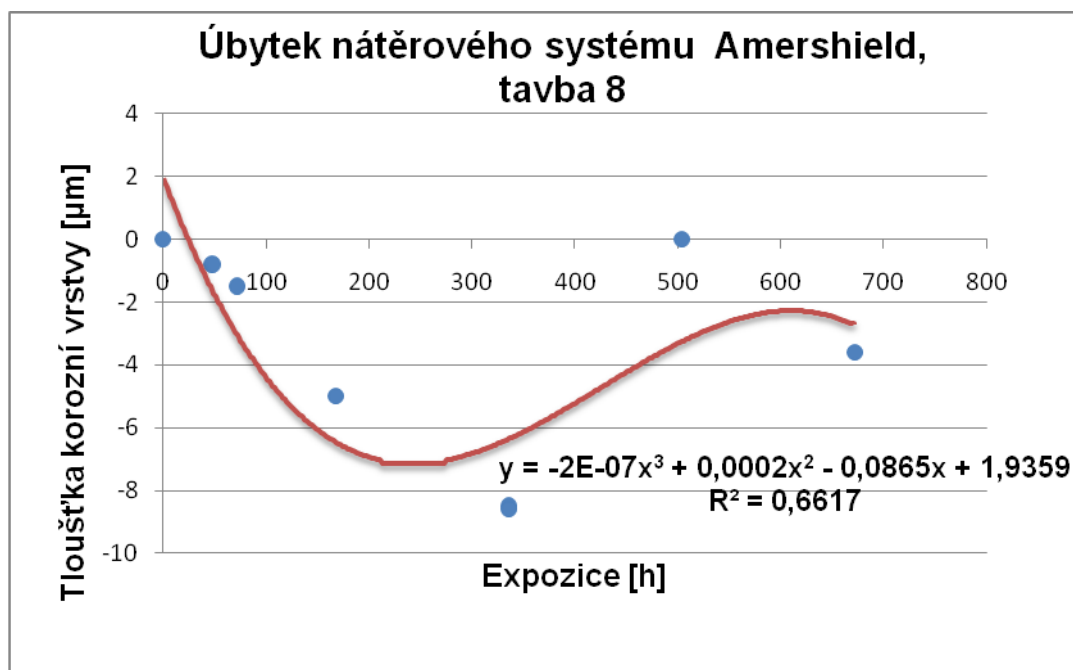


**Graf č. 10** - Znázorňuje průběh úbytku nátěru Amercoat 450S na vzorcích jakosti Atmosfix tavba 8 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

## Nátěrový systém Amershield

**Tabulka 23** - Udává výsledky naměřené tloušťky nátěru [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmosfix tavba 8 po určitou dobu expozice (v hodinách) v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	234	211	209	191	190	190	234	201
2	202	220	217	194	206	211	202	211
3	215	207	231	206	217	175	215	219
4	209	219	215	216	197	211	209	208
5	228	204	230	200	183	209	228	214
6	226	215	193	208	257	252	226	213
7	207	225	192	213	222	181	207	228
8	227	209	226	234	196	196	227	235
9	223	231	232	224	208	221	223	230
10	201	223	212	236	211	240	201	177
<b>PRŮMĚR</b>	217,2	216,4	215,7	212,2	208,7	208,6	217,2	213,6
<b>Úbytek nátěru</b>	0	-0,8	-1,5	-5	-8,5	-8,6	0	-3,6



**Graf č. 11** - Znázorňuje průběh úbytku nátěru Amershield na vzorcích jakosti Atmosfix tavba 8 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

**Nátěrové systémy na podkladovém materiálu Atmofix tavby 9**

**Vzorky před solnou lázní**



**Amershield**



**Amercoat 450S**

**Vzorky ze solné lázně po 48 hodinách**



**Amershield**



**Amercoat 450S**

# Diplomová práce

## Vzorky ze solné lázně po 168 hodinách



**Amershield**



**Amercoat 450S**

## Vzorky ze solné lázně po 336 hodinách



**Amershield**



**Amercoat 450S**

## Diplomová práce

### Vzorky ze solné lázně po 504 hodinách



**Amershield**

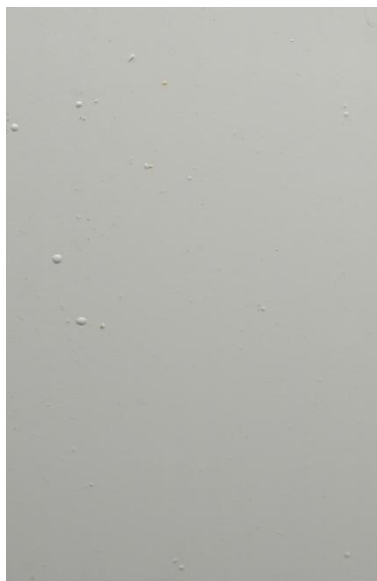


**Amercoat 450S**

### Vzorky ze solné lázně po 672 hodinách



**Amershield**



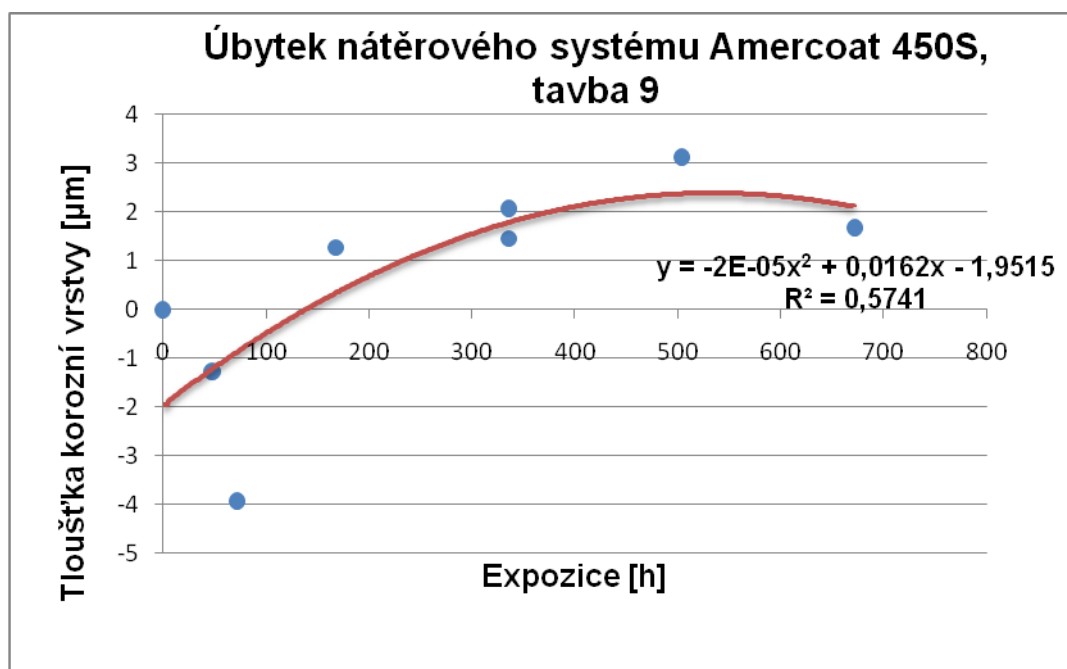
**Amercoat 450S**



## Nátěrový systém Amercoat 450S

**Tabulka 24** - Udává výsledky naměřené tloušťky nátěru [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmosfix tavba 9 po určité době expozice (v hodinách) v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	95,9	88,7	90,4	95	94	99,4	94,6	101
2	90	110	91	89	93	98	97	93
3	104	99,3	91,2	96,4	94,3	108	110	90,5
4	105	97,6	89,4	99,8	94,8	95,9	96,2	105
5	91	97,3	91,8	95,8	112	93,9	91	103
6	112	96,3	87	97,5	97,7	98,3	95	96
7	91,7	86,8	101	101	107	94	100	101
8	95,7	94,5	100	110	110	95,3	108	105
9	96,7	100	92,1	103	85,7	110	103	97,6
10	90,9	90,1	99,8	98,4	99	101	110	98,5
<b>PRŮMĚR</b>	<b>97,33</b>	<b>96,06</b>	<b>93,4</b>	<b>98,6</b>	<b>98,79</b>	<b>99,4</b>	<b>100,45</b>	<b>99,01</b>
<b>Úbytek nátěru</b>	<b>0</b>	<b>-1,27</b>	<b>-3,93</b>	<b>1,27</b>	<b>1,46</b>	<b>2,07</b>	<b>3,12</b>	<b>1,68</b>

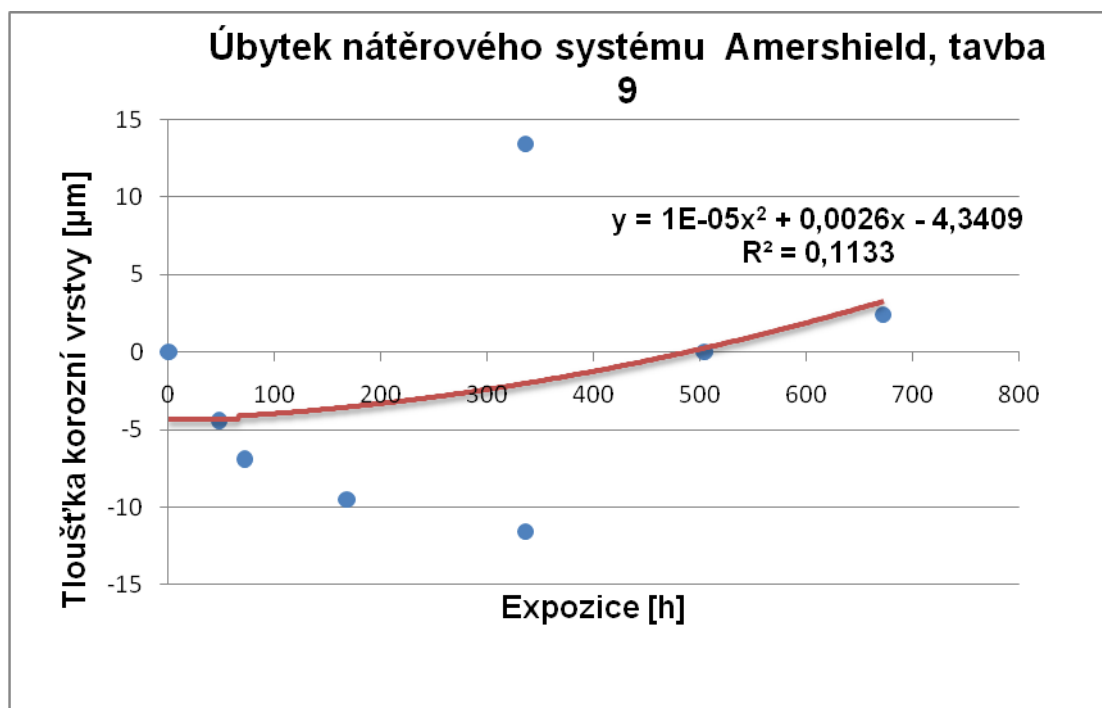


**Graf č. 12** - Znáznorňuje průběh úbytku nátěru Amercoat 450S na vzorcích jakosti Atmosfix tavba 9 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

## Nátěrový systém Amershield

**Tabulka 25** - Udává výsledky naměřené tloušťky nátěru [ $\mu\text{m}$ ] na vzorcích u jakosti Atmofix tavba 9 po určitou dobu expozice (v hodinách) v solné lázni.

POČET MĚŘENÍ	0 hodin	48 hodin	72 hodin	168 hodin	336 hodin	336 hodin	504 hodin	672 hodin
1	203	206	165	189	237	224	203	227
2	244	205	224	215	255	226	244	242
3	224	233	226	214	216	277	224	251
4	239	224	228	223	242	243	239	227
5	250	208	229	212	217	237	250	220
6	223	245	223	240	197	205	223	187
7	213	219	241	210	221	258	213	224
8	214	233	264	223	179	263	214	239
9	224	235	223	236	190	259	224	251
10	262	244	204	239	226	238	262	252
<b>PRŮMĚR</b>	229,6	225,2	222,7	220,1	218	243	229,6	232
<b>Úbytek nátěru</b>	0	-4,4	-6,9	-9,5	-11,6	13,4	0	2,4



**Graf č. 13** - Znázorňuje průběh úbytku nátěru Amershield na vzorcích jakosti Atmofix tavba 9 v solné lázni v závislosti na tloušťce [ $\mu\text{m}$ ].

### 9.8 Mřížková zkouška přilnavosti dle ČSN EN ISO 16276-2

Norma ČSN EN ISO 16276-2 specifikuje zkušební metodu pro určení odolnosti nátěru k oddělení od podkladu, když nátěr je porušen mřížkovým řezem až k podkladu [8].

#### Zkušební prostředky a pomůcky:

Pro mřížkovou zkoušku byla použita sada **ELCOMETER 141 Paint**

#### Použité nástroje:

- řezný břit s rukojetí
- adhezní pásku, ISO 2409 [šířka - 25 mm, přilnavost  $10 \pm 1$  N na 25 mm šířky]
- lupa
- štěteček (kartáček)

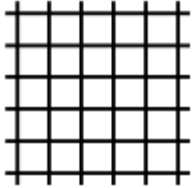
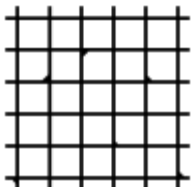
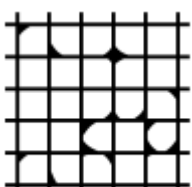
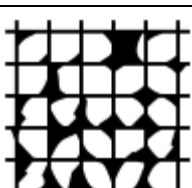
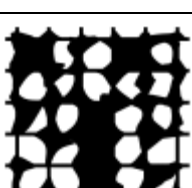
#### Postup zkoušky:

Jako řezný nástroj se použil jednoduchý břit s vodicí šablonou. Na zkušebních vzorcích se vytvořily dvě mřížky (obr. č. 10). V každém směru se provedlo 6 řezů. Řezy se prováděly pod úhlem  $45^\circ$  k povrchu. Řezy musí proniknout až k podkladu. Mřížkové řezy musí být ve vzdálenosti nejméně 5 mm od hran. Měkkým štětcem lehce projedeme podél obou úhlopříček mřížky. Samolepicí pásku nalepíme do středu mřížky rovnoběžně s jedním svazkem řezů. Pro zajištění dobrého kontaktu pásky s nátěrem, přejede se páska konečky prstů. Samolepicí pásku se uchopí za volný konec a stáhne za dobu (0,5 – 1,0) sekundy pod úhlem přibližně  $60^\circ$ .



**Obr. 36** - Ukázka mřížkové zkoušky

**Tabulka 26 - Klasifikace zkušebních výsledků mřížkové zkoušky[8]**

Klasifikace	Popis	Vzhled
0	Řezy zcela hladké, žádný čtverec není poškozen	
1	Nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží. Poškozená plocha nesmí přesahovat 5%	
2	Nátěr nepatrně poškozen podél řezů a při jejich křížení. Povrch mřížky smí být poškozen z více než 5% a méně než 15 % celkové plochy	
3	Nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně, nebo celý, na různých místech mřížky. Poškození mřížky je větší než 15 % a menší než 35 %	
4	Na nátěru velké změny v rozích řezů a některé čtverečky jsou částečně nebo zcela poškozeny. Plocha mřížky je poškozena z více jak 35 % ale méně než 65 %	
5	Změny, které jsou větší než u stupně 4	

Tabulka 27 - Naměřené a průměrné hodnoty mřížkové zkoušky na referenčních vzorcích

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Podkladový materiál	Klasifikace mřížky		Ø
			1	2	
<b>Amershield 0 hodin</b>	RA 1 - 7	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	RA 2 - 8	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	RA 3 - 9	Atmofix	0	0	<b>0</b>
<b>Amercoat 450 S 0 hodin</b>	RS 1 - 7	Atmofix	1	1	<b>1</b>
	RS 2 - 8	Atmofix	1	0	<b>0,5</b>
	RS 3 - 9	Atmofix	1	0	<b>0,5</b>
<b>Amershield 72 hodin</b>	A7 - 7	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	B7 - 8	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	C9 - 9	Atmofix	0	0	<b>0</b>
<b>Amercoat 450 S 72 hodin</b>	A1 - 7	Atmofix	0	1	<b>0,5</b>
	B6 - 8	Atmofix	2	3	<b>2,5</b>
	C1 - 9	Atmofix	1	1	<b>1</b>
<b>Amershield 168 hodin</b>	A8 - 7	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	B8 - 8	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	C8 - 9	Atmofix	0	0	<b>0</b>
<b>Amercoat 450 S 168 hodin</b>	A2 - 7	Atmofix	1	1	<b>1</b>
	B2 - 8	Atmofix	3	2	<b>2,5</b>
	C2 - 9	Atmofix	3	2	<b>2,5</b>
<b>Amershield 336 hodin</b>	A9 - 7	Atmofix	4	3	<b>3,5</b>
	B9 - 8	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	C9 - 9	Atmofix	0	0	<b>0</b>
<b>Amercoat 450 S 336 hodin</b>	A3 - 7	Atmofix	1	2	<b>1,5</b>
	B3 - 8	Atmofix	2	2	<b>0</b>
	C3 - 9	Atmofix	1	1	<b>1</b>
<b>Amershield 504 hodin</b>	A11 - 7	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	B10 - 8	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	C10 - 9	Atmofix	1	2	<b>1,5</b>
<b>Amercoat 450 S 504 hodin</b>	A4 - 7	Atmofix	3	3	<b>3</b>
	B4 - 8	Atmofix	2	3	<b>2,5</b>
	C4 - 9	Atmofix	2	2	<b>2</b>
<b>Amershield 672 hodin</b>	A12 - 7	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	B11 - 8	Atmofix	0	0	<b>0</b>
	C11 - 9	Atmofix	0	0	<b>0</b>
<b>Amercoat 450 S 672 hodin</b>	A6 - 7	Atmofix	2	3	<b>2,5</b>
	B1 - 8	Atmofix	3	4	<b>3,5</b>
	C5 - 9	Atmofix	4	2	<b>3</b>

### **Vyhodnocení adheze nátěrového filmu mřížkové zkoušky ze solné lázně zkoušky:**

Mřížkový řez byl proveden po vytažení vzorku ze solné lázně, jeho vysušení, oprášení povrchu měkkým štětcem. Hodnocení se provedlo dle ČSN EN ISO 16276-2 viz. Tabulka 26 a výsledky jsou v Tabulce 27.

### **9.9 Odtrhová zkouška přilnavosti dle ČSN EN ISO 16276-1**

Norma ČSN EN ISO 16276-1 stanoví postup provedení odtrhové zkoušky na jednovrstvém nebo vícevrstevném nátěrovém systému připravených z nátěrových hmot nebo podobných produktů. Výsledkem zkoušky je minimální tahové napětí, které se musí vynaložit k roztržení nejslabší mezifáze (*adhezní lom*) nebo nejslabší složky (*kohezní lom*) zkušebního uspořádání [10]. Přilnavost nátěrových systémů musí být nejméně 3 MPa.

#### **Zkušební prostředky a pomůcky:**

- zkušební přístroj – odtrhoměr – ELCOMETER F106 (měřicí rozsah 0 – 22 MPa).
- zkušební váleček – normalizovaný zkušební hliníkový váleček
- řezný nástroj – slouží k obřezání zkušebního válečku až na povrch vzorku
- lepidlo – dvousložkové epoxidové lepidlo ARALDITE

#### **Postup odtrhové zkoušky:**

4. Namíchání se dvousložkového lepidla ARALDITE HARDENER a
5. ARALDITE RESINE v poměru 1:1.
6. Nanesení lepidla na funkční plochu válečku a přilepení k nátěru.
7. Doba vytvrzení je 24 hodin.
8. Řezným nástrojem se prořízne nátěr až na podklad.
9. Na váleček se umístí vnější prstenec a nasune se trhací přístroj.
10. Následně se provede odtrhová zkouška.
11. Odečtení hodnoty odtrhové pevnosti (napětí v tahu v MPa).
12. Posouzení lomové plochy.

### Charakteristika lomu:

Výsledek se udává jako procentuální podíl plochy zkušebního válečku, připadající na některou charakteristickou polohu lomu ve zkoušeném systému a to na adhezní, kohezní a adhezně – kohezní lom.

Určení polohy lomu se určuje vizuálně a v normě ČSN EN ISO 16276-1 jsou uvedeny následující hodnocení:

A	kohezní poškození podkladu,
A/B	adhezní poškození mezi podkladem a první vrstvou (základem),
B	kohezní poškození první vrstvy,
B/C	adhezní poškození mezi první a druhou vrstvou,
C	kohezní poškození druhé vrstvy,
c/m	adhezní poškození mezi druhou vrstvou a m-tou vrstvou vícevrstvého systému,
m	kohezní poškození m-té vrstvy vícevrstvého systému,
m/n	adhezní poškození mezi m-tou vrstvou a n-tou vrstvou vícevrstvého systému,
n/-	adhezní poškození mezi n-tou vrstvou a vrchní vrstvou vícevrstvého systému,
-	kohezní poškození vrchní vrstvy,
-/Y	adhezní poškození mezi vrchní vrstvou a lepidlem,
Y	kohezní poškození lepidla,
Y/Z	adhezní poškození mezi lepidlem a zkušebním tělískem [10].

## Diplomová práce

**Tabulka 28** - Tabulka hodnocení lomů při odtrhové zkoušce, naměřená a průměrná hodnota odtrhové pevnosti před solnou lázní

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Číslo odtrhu	Hodnocení polohy lomu (%)							Odtrhová pevnost (MPa)	Průměrná odtrhová pevnost (MPa)
			A	A/B	B	-/Y	C	Y	Y/Z		
Amershield	RS1	1	-	-	20	60	-	-	10	5	4,83
		2	-	-	-	-	-	-	100	5	
	RS2	1	-	-	40	40	20	-	-	5	
		2	-	-	-	10	-	-	90	3	
	2S3	1	-	-	-	60	-	-	40	6	
		2	-	-	-	20	-	-	80	5	
Amercoat 450S	RA1	1	-	60	30	-	-	-	10	4	4,17
		2	-	25	50	-	-	-	25	4	
	RA2	1	-	70	15	-	-	-	15	4	
		2	-	25	5	-	-	-	70	4	
	RA3	1	-	-	30	-	10	-	60	4	
		2	-	70	20	-	-	-	10	5	

**Tabulka 29** - Tabulka hodnocení lomů při odtrhové zkoušce, naměřená a průměrná hodnota odtrhové pevnosti po 48 hodinách v solné lázni

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Číslo odtrhu	Hodnocení polohy lomu (%)							Odtrhová pevnost (MPa)	Průměrná odtrhová pevnost (MPa)
			A	A/B	B	-/Y	C	Y	Y/Z		
Amershield	A1	1	-	5	15	-	-	-	80	5	5,83
		2	-	2	8	15	-	-	75	4	
	B6	1	-	10	50	-	30	-	10	8	
		2	-	25	-	-	45	-	30	5	
	C1	1	-	-	-	20	-	-	80	7	
		2	-	-	-	20	50	-	30	6	
Amercoat 450S	A7	1	-	40	-	50	-	-	10	6	4,67
		2	-	20	20	-	-	-	60	5	
	B7	1	-	-	-	-	30	-	70	3	
		2	-	-	-	-	50	-	50	4	
	C9	1	-	-	50	-	40	-	10	5	
		2	-	-	20	-	70	-	10	5	



# Diplomová práce

**Tabulka 30** - Tabulka hodnocení lomů při odtrhové zkoušce, naměřená a průměrná hodnota odtrhové pevnosti po 168 hodinách v solné lázni

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Číslo odtrhu	Hodnocení polohy lomu (%)							Odtrhová pevnost (MPa)	Průměrná odtrhová pevnost (MPa)
			A	A/B	B	-/Y	C	Y	Y/Z		
Amershield	A8-7	1	-	30	10	-	40	-	30	7	5,00
		2	-	15	-	-	15	-	70	5	
	B6-8	1	-	-	-	-	-	-	100	3	
		2	-	-	-	5	5	-	90	6	
	C8-9	1	-	-	-	-	-	-	100	4	
		2	-	-	-	10	10	-	80	5	
Amercoat 450S	A2-7	1	-	35	-	5	-	-	60	5	5,33
		2	-	70	-	-	30	-	-	5	
	B2-8	1	-	90	-	5	-	-	5	5	
		2	-	-	-	-	-	-	100	4	
	C2-9	1	-	-	-	-	100	-	-	8	
		2	-	5	-	-	25	-	70	5	

**Tabulka 31** - Tabulka hodnocení lomů při odtrhové zkoušce, naměřená a průměrná hodnota odtrhové pevnosti po 336 hodinách v solné lázni

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Číslo odtrhu	Hodnocení polohy lomu (%)							Odtrhová pevnost (MPa)	Průměrná odtrhová pevnost (MPa)
			A	A/B	B	-/Y	C	Y	Y/Z		
Amershield	A3-7	1	-	30	20	-	20	-	30	7,5	5,92
		2	-	2	-	-	38	-	60	5	
	B3-8	1	-	-	-	-	10	-	90	5	
		2	-	-	10	-	20	-	70	6	
	C3-9	1	-	-	20	-	10	-	70	5	
		2	-	-	-	-	30	-	70	7	
Amercoat 450S	A9-7	1	-	15	-	-	70	-	15	5	4,83
		2	-	15	-	-	55	-	30	3	
	B9-8	1	-	5	-	-	90	-	5	5	
		2	-	10	-	-	50	-	40	5	
	C9-9	1	-	30	-	5	65	-	-	5	
		2	-	20	-	-	70	-	10	6	

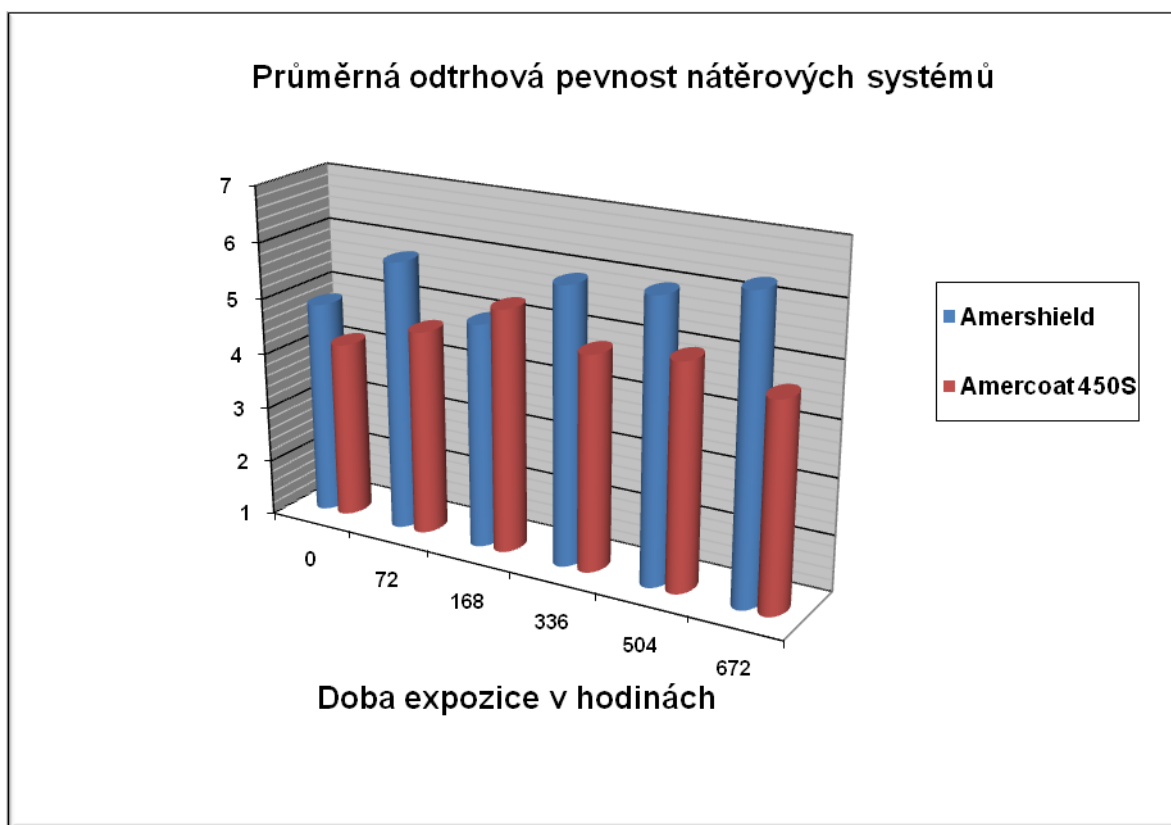
# Diplomová práce

**Tabulka 32** - Tabulka hodnocení lomů při odtrhové zkoušce, naměřená a průměrná hodnota odtrhové pevnosti po 504 hodinách v solné lázni

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Číslo odtrhu	Hodnocení polohy lomu (%)							Odtrhová pevnost (MPa)	Průměrná odtrhová pevnost (MPa)
			A	A/B	B	-/Y	C	Y	Y/Z		
Amershield	A4-7	1	-	30	40	-	10	-	20	5	6,00
		2	-	30	50	-	10	-	10	5	
	B10-8	1	-	40	-	-	20	-	40	5	
		2	-	5	-	30	10	-	55	8	
	C4-9	1	-	-	-	20	-	-	80	8	
		2	-	30	-	-	10	-	60	5	
Amercoat 450S	A11-7	1	-	30	20	-	50	-	-	5	5,00
		2	20	10	-	-	40	-	30	4	
	B4-8	1	10	-	-	50	40	-	-	5	
		2	-	40	-	50	10	-	-	6	
	C10-9	1	-	-	80	-	20	-	-	5	
		2	-	40	40	-	20	-	-	5	

**Tabulka 33** - Tabulka hodnocení lomů při odtrhové zkoušce, naměřená a průměrná hodnota odtrhové pevnosti po 672 hodinách v solné lázni

Nátěrový systém	Číslo vzorku	Číslo odtrhu	Hodnocení polohy lomu (%)							Odtrhová pevnost (MPa)	Průměrná odtrhová pevnost (MPa)
			A	A/B	B	-/Y	C	Y	Y/Z		
Amershield	A6-7	1	-	5	-	-	25	-	70	7	6,33
		2	-	20	-	-	10	-	70	5	
	B1-8	1	-	5	-	-	45	-	50	5	
		2	-	10	30	-	10	-	50	9	
	C5-9	1	-	-	30	-	20	-	50	6	
		2	-	30	5	-	10	-	55	6	
Amercoat 450S	A12-7	1	-	80	-	-	10	-	10	4	4,67
		2	-	40	-	-	60	-	-	4	
	B11-8	1	-	80	-	-	20	-	-	5	
		2	-	20	-	-	75	-	5	5	
	C11-9	1	-	10	-	-	90	-	-	5	
		2	-	10	-	-	80	-	-	5	



**Graf č. 14** - Průběh odtrhové pevnosti [MPa] v závislosti na době expozice v solné lázni.

#### Vyhodnocení odtrhové zkoušky ze solné lázně:

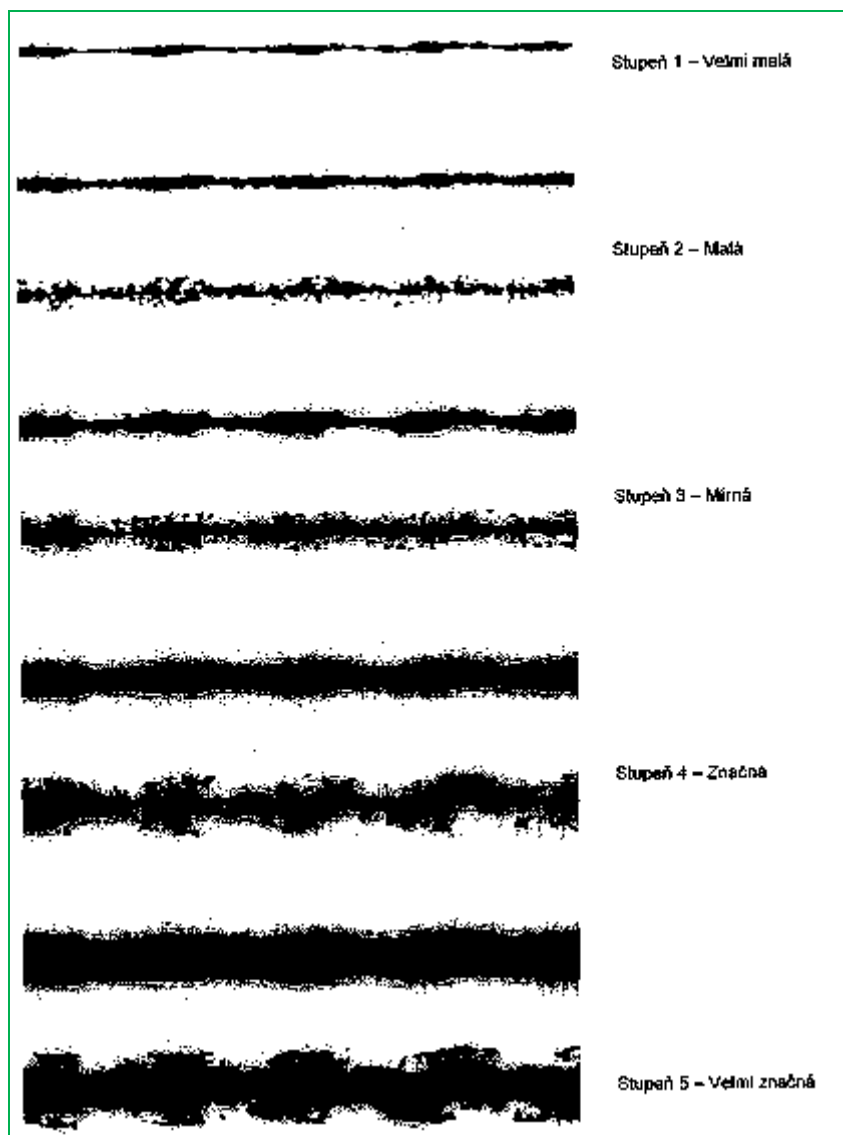
Po vytažení vzorků ze solné lázně v určitých časových intervalech se vzorky opláchly vodou. Po vysušení se dle postupu z normy ČSN EN ISO 16276-1 provedla odtrhová zkouška. Vyhodnocení charakteristiky polohy lomu se provedlo dle normy.

Průměrné výsledky odtrhové pevnosti na referenčních vzorcích s nátěrovými systémy jsou uvedeny v grafu č. 14. Nejlepších hodnot odtrhové pevnosti na podkladových materiálech typu Atmofix dosáhl nátěrový systém Amershield.

Z Tabulek 27 - 32 je patrné, že lomy nátěrových systémů při odtrhové zkoušce jsou velice podobné. U nátěrových systémů Amershield a Amercoat 450 S ve většině případů nedocházelo k porušení první vrstvy aplikovaného nátěrového systému, což poukazuje na dobré vlastnosti, protože i po odtrhu nátěrové systémy teoreticky „chrání“ podkladový materiál. V průběhu odtrhové zkoušky docházelo k dalšímu vytvrzení nátěrové hmoty a tím se zvýšila odtrhová pevnost nátěru a nátěru Amershield jak ukazuje Graf č. 14.

## 9.10 Korozní zkouška vzorků nátěrového systému s řezem v povlaku nátěru

Dle normy ČSN EN ISO 4628-8 byly na zkušebních ocelových vzorcích, které byly opatřeny dvěma různými nátěry se proveden nožem jeden řez o délce cca 100 mm a po té se vzorky vložily do solné lázně. Expozice v solné lázni probíhala v určitých intervalech. Při vytažení se vzorek opláchl pod tekoucí vodou a ofoukal stlačeným vzduchem, pak se provedla fotodokumentace (viz obrázky) a stanovila se podle normy z obrazových standardů stupeň delaminace a koroze podél řezu.



*Obr. č. 37 - Obrazové standardy pro hodnocení stupně delaminace a koroze podél řezu[10]  
(měřítko přibližně 1:1)*

**Vzorky s řezem před vložením do solné lázně**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Solná lázeň – vzorky s řezem po 24 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Solná lázeň – vzorky s řezem po 48 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

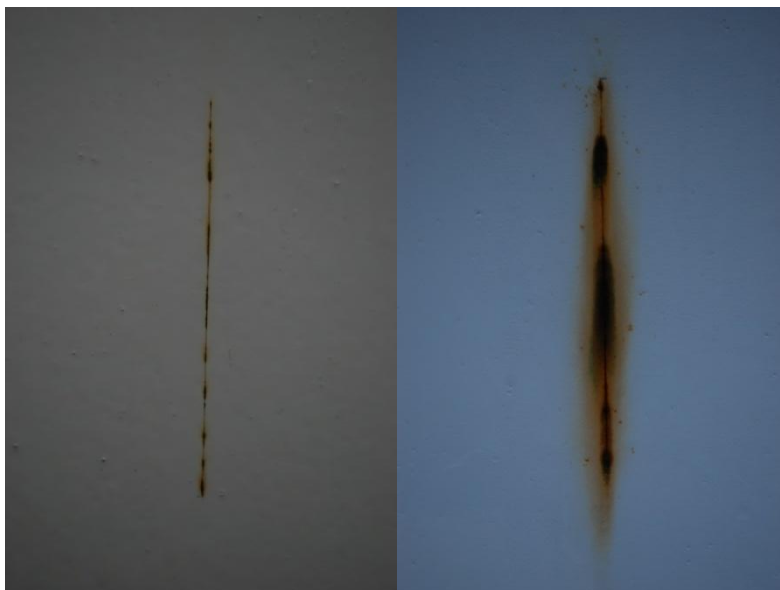
**Solná lázeň – vzorky s řezem po 72 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Solná lázeň – vzorky s řezem po 120 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

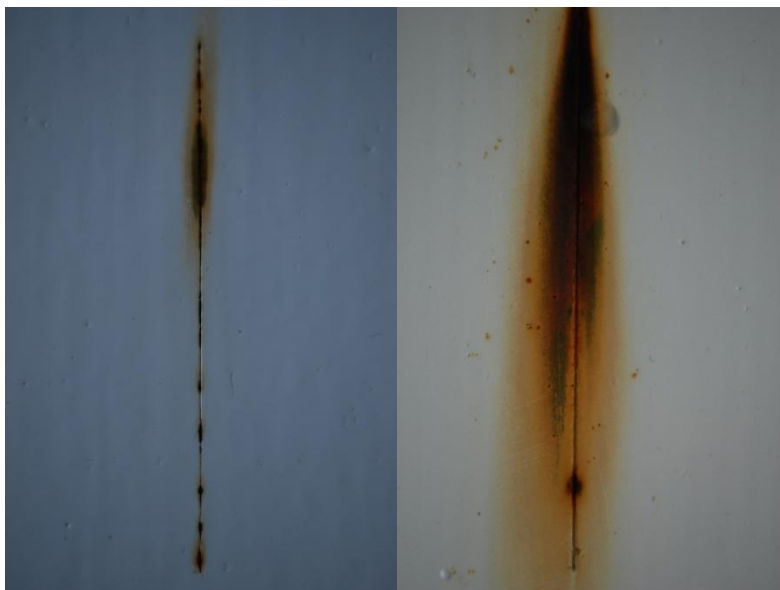
**Solná lázeň – vzorky s řezem po 240 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Solná lázeň – vzorky s řezem po 360 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Solná lázeň – vzorky s řezem po 408 hodinách**

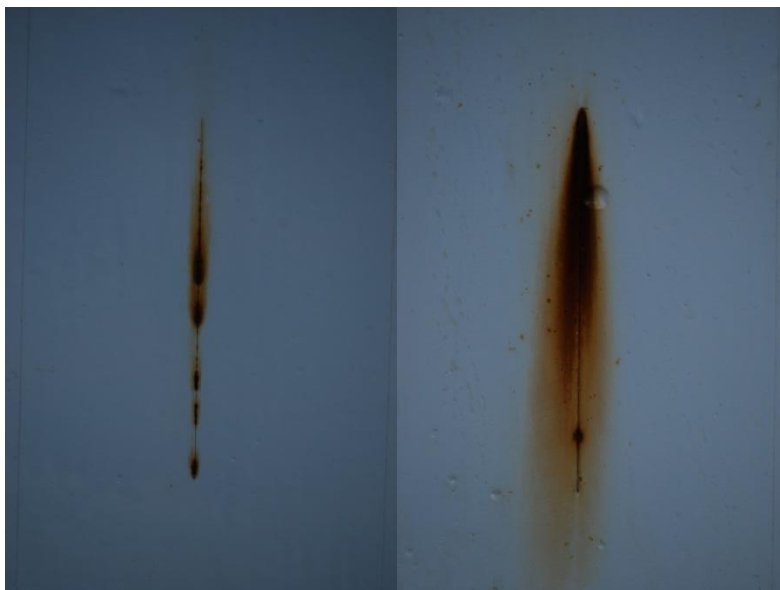


**Amershield**

**Amercoat 450S**



**Solná lázeň – vzorky s řezem po 504 hodinách**



**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Solná lázeň – vzorky s řezem po 672 hodinách**

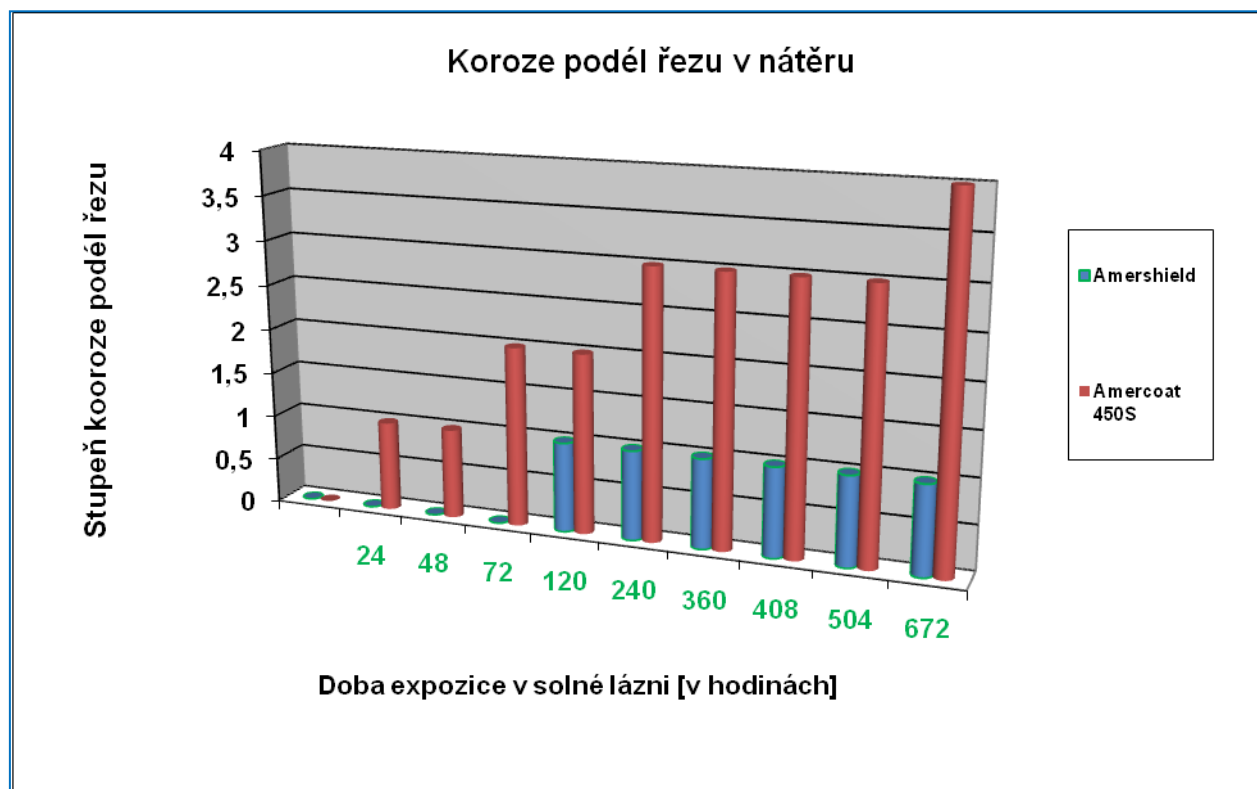


**Amershield**

**Amercoat 450S**

**Tabulka 34** - Stupeň koroze podél řezu u nátěrových systémů po určité době expozice v solné lázni.

Doba expozice v solné lázni	Nátěrový systém	
	Amershield	Amercoat 450S
24 hodin	0	1
48 hodin	0	1
72 hodin	0	2
120 hodin	1	2
240 hodin	1	3
360 hodin	1	3
408 hodin	1	3
504 hodin	1	3
672 hodin	1	4



**Graf č. 15** - Rozdíly stupně koroze podél řezu v solné lázni.

### 10 Závěr

Diplomová práce se zabývá studiem vlivu náročného korozního prostředí na dva druhy nátěrových systémů. Pro hlavní experimentální zkoušky byl použit jeden druh základního ocelového materiálu jakosti ATMOFIX, který byl mechanicky upraven otryskáním a pak byl aplikován nátěr. Cíl experimentálních zkoušek spočíval ve zjištění, jaký vliv má agresivní korozní prostředí na přilnavost dvou nátěrových systémů k ocelovému povrchu. Jde o korozní prostředí – solná lázeň (posypová sůl, která se v zimních měsících používá k úpravě komunikací). Na všech vzorcích po nátěru v určitých intervalech až po dobu 4 týdnů v solné lázni, byly provedeny veškeré zkoušky, kterými se zabývala experimentální práce a srovnal jsem výsledky veškerých zkoušek. Pro doplňující zkoušku jsme použili ocelového plechu o jakosti S355JOKL.

Při doplňující zkoušce se použili dvě jakosti ocelí (ATMOFIX a S355JOKL), na kterých nebyl aplikován žádný nátěr a byly zatíženy v určitých časových intervalech koroznímu prostředí (solná lázeň) po dobu 4 týdnů. U obou jakostí byl nárůst koroze po celou dobu zatížení v solné lázni souměrný a dosáhl cca 15( $\mu$ m) koroze za 4 týdny.

Tloušťka nátěrových systémů se lišila. Nátěr Amershiel měl mírný úbytek po celou dobu expozice, ale nátěr Amercoat 450S již po 168 hodinách začal vykazovat nárůst (puchýře), které se mírně zvětšovaly s další expozicí v solné lázni.

Přilnavost u odtrhové zkoušky oba nátěry splnily podmínku nad 3(MPa) a tudíž vyhovovaly. Nátěr Amershiel měl průměrnou odtrhovou pevnost po celou dobu okolo 7,5(MPa) a nátěr Amercoat 450S jen průměr pod 5(MPa). U mřížkové zkoušky se projevil největší rozdíl. Nátěrový systém Amershiel na všech vzorcích po celou dobu mřížkové zkoušky byl klasifikován stupněm 0, což znamená, že nátěrový systém vyhovující – velmi dobrý. Vzorky nátěrového systému Amercoat 450S po 48 hodinách byly klasifikovány stupněm 1, v období 72 až 504 hodin stupněm 2 a po 672 hodinách stupněm 3 tak, že tato zkouška prokázala, že tento nátěr nevyhovuje tomuto prostředí.

Zkouška adheze podél řezu v povlaku nátěru měla skoro obdobný průběh. Na základě mřížkové zkoušky byly prokázány adheze na nátěru Amershiel po 24 hodinách stupněm 0 a pak do konce expozice stupněm 1. Nátěr Amercoat 450S po 24 i 48 hodinách stupněm 1, po

## Diplomová práce

72 až 120 hodinách stupněm 2, v období 240 až 504 hodin stupněm 3 a po 672 hodinách v solné lázni stupněm 4.

Úkolem diplomové práce bylo zjistit, který nátěr je nejvhodnější pro aplikaci na ocelovou konstrukci, která se používá při výstavbě silnic, kde v zimních měsících se používá k úpravě sjízdnosti komunikace posypová sůl. V tomto případě obstál ve všech zkouškách nátěr Amershiel. Vykazoval velmi dobré výsledky, a proto jej doporučuji pro aplikaci na ocelové konstrukce při výstavbě silnic. Nátěr Amercoat 450S je nevyhovující do náročného korozního prostředí, protože u dvou zkoušek vykazoval velmi špatné výsledky.

Z ekologického hlediska je nátěrová hmota Amershiel vyhovující oproti nátěru Amercoat 450S, neboť vykazuje použitý obsah organických těkavých látek (VOC) 185 g / litr oproti nátěru Amercoat, který vykazuje 386 g / litr těchto látek. Z výše uvedených výsledků doporučuji nátěr Amershiel pro ochranu ocelových konstrukcí, které jsou styku se solícími prostředky.

## Seznam použité literatury

- [1] KUBÁTOVÁ, H. *Nátěry kovů*. Praha: Grada, 2000. 104 s.
- [2] MOHYLA, M. *Technologie povrchových úprav I*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, s. 100-107
- [3] PODJUKLOVÁ, J. *Speciální technologie povrchových úprav I*. Učební texty, VŠB – TU Ostrava, 1994, s. 58-69
- [4] RONEŠ, J.-TROJÁNEK, F. *Příprava kovového povrchu pod nátěry*. Praha: SNTL, 1959. 244 s.
- [5] ČSN EN ISO 8501-1. *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků - Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [6] ČSN ISO 8502-3. *Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu. Část 3: Stanovení prachu na ocelovém povrchu připraveném pro natírání (metoda snímání samolepicí páskou)*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [7] ČSN EN ISO 2808. *Nátěrové hmoty - Stanovení tloušťky nátěru*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [8] ČSN EN ISO 16276-2. *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy - Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku - Část 2: Mřížková zkouška a křížový řez*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [9] ČSN EN ISO 2409. *Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [10] ČSN EN ISO 16276-1. *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy - Hodnocení a kritéria přijetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku - Část 1: Odtrhová zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

## Diplomová práce

- [11] ČSN EN ISO 4628-8. *Hodnocení stupně delaminace a koroze v okolí řezu*
- [12] ČSN EN ISO 8502-3. *Stanovení tloušťky mokré a suché vrstvy nátěrového systému*

## **Webové stránky**

[13] <http://www.nekor.biz/ochranneps.php>

[14] <http://www.mikos.cz/ekosystemy.html>

[15] [http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm\\_metalografie\\_1/teorie.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/fm_metalografie_1/teorie.htm)

## **Přílohy**

Příloha č. 1            Údajový list nátěrové hmoty AMERCOAT 450S

Příloha č. 2            Údajový list nátěrové hmoty AMERSHIELD



## **Poděkování**

Tímto chci poděkovat za odbornou pomoc a rady při řešení diplomové práce doc. Ing. Jitce Podjuklové, CSc. a Ing. Tomášovi Laníkovi

Jaroslav Sikora